

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Katedra zoologie



Personalita a kognitivní schopnosti u sýkory koňadry  
(*Parus major*)

Personality and cognition in great tit  
(*Parus major*)

Diplomová práce

Bc. Hana Šimánková

Školitel: Doc. Mgr. Alice Exnerová, Ph.D.

Konzultant: Mgr. Lucie Fuchsová

Praha 2011

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného či stejného akademického titulu.

V Praze:

Na tomto místě bych především ráda poděkovala svojí školitelce Doc. Mgr. Alici Exnerové, Ph.D. a konzultantce Mgr. Lucii Fuchsové za cenné rady, vstřícný přístup a trpělivost při sepisování této práce a po dobu průběhu celé experimentální části. Svojí konzultantce Mgr. Lucii Fuchsové také děkuji za poskytnutá data.

Velké poděkování patří celé mojí rodině, přátelům a partnerovi, kteří mě podporovali a motivovali po celou dobu studia.

Práce vznikla za podpory grantového projektu GAČR 206/07/0507, téma spadá pod VZ 0021620828.

## Abstrakt

Na úspěšnost jedinců při řešení kognitivních úloh může mít vliv řada faktorů. Mezi významné faktory, které byly v souvislosti s kognitivními schopnostmi studovány, patří typ personality jedinců a také jejich věk. Typ personality u sýkor koňader byl vyhodnocen na základě jejich exploračního chování a rozdělen na jedince aktivněji, ale povrchně explorigující Fast a na pomalejší, ale důkladnější průzkumníky Slow. Fast jedinci se dříve zajímali o nový předmět, rychleji se zorientovali v novém prostředí, dříve manipulovali s novou potravou. Slow jedinci déle váhali s navracením k potravě po vyrušení a byla u nich naměřena vyšší dechová frekvence.

V některých pracích se ukázalo, že se Fast a Slow jedinci liší ve svých kognitivních dovednostech, například v prostorových úlohách, v asociačním učení, v diskriminačním učení či v paměťových úlohách, ale podobných prací není mnoho. Pro porovnání úspěšnosti jedinců jsme se snažili vybrat různé typy úloh, v nichž byly kladeny nároky na odlišné schopnosti jedinců. Zvolili jsme dva různé typy extrakčních úloh, pozitivní diskriminační učení a averzivní diskriminační učení u dospělých ptáků a averzivní učení s plošticí *Pyrrhocoris apterus* u mláďat. Zjistili jsme, že se úspěšnost mezi Fast a Slow jedinci lišila pouze v některých úlohách. Rozdíl mezi Fast a Slow jedinci byl zaznamenán v averzivním diskriminačním učení, kdy úspěšnější Slow jedinci potřebovali nižší počet kol k dosažení kritéria naučení. Slow mláďata se naučila rychleji odmítat ploštice v averzivním učení. Úspěšnost Fast a Slow jedinců se nelišila při řešení první extrakční úlohy, jejímž cílem bylo odstranit zarážku, aby jedinci získali potravu, ani v druhé extrakční úloze, kdy se jedinci učili otáčet papírky se zakrytou potravou. V pozitivním diskriminačním učení se jedinci také nelišili.

Dalším faktorem, který by mohl vysvětlit variabilitu v úspěšnosti jedinců v různých úlohách, byl věk. Prokázali jsme, že se výsledky kognitivních úloh mezi různými věkovými kategoriemi lišily. Ve většině úloh se více dařilo starším jedincům. Dá se tedy předpokládat, že značný vliv na úspěšné vyřešení úlohy mají zkušenosti, které získávají během života. V první extrakční úloze byli úspěšnější dospělí ptáci, kteří odstranili zarážku dříve než mláďata. Z dospělých ptáků se však více dařilo mladším ptákům do jednoho roku než jedincům starším než jeden rok. Na řešení druhé extrakční úlohy neměl vliv věk jedinců. V pozitivním diskriminačním učení i v averzivním diskriminačním učení byli dospělí ptáci úspěšnější než mláďata. Nejdříve dosáhli kritéria naučení ptáci starší než jeden rok.

Na základě zjištěných korelací mezi úlohami lze určit, zda jsou jedinci úspěšnější při řešení určitých typů úloh. Výsledky korelací se mezi mláďaty a dospělými ptáky lišily. U

mlád'at byla zjištěna korelace mezi 2 typy podobných úloh, mezi oběma extrakčními úlohami, u dospělých jedinců však výsledky spolu nekorelovaly. V případě averzivního učení s plošticí u mlád'at výsledky nekorelovaly s žádnou další úlohou. U dospělých jedinců naopak nekorelovaly výsledky první extrakční úlohy (trubičky) s žádnou další úlohou. U mlád'at i dospělých jedinců pak byly zjištěny rozdílné korelace mezi různými typy úloh.

**Klíčová slova:** *Parus major*, personalita, kognitivní schopnosti, extrakční úloha, pozitivní diskriminační učení, averzivní učení, věk, korelace

# Abstract

Success of an individual in various cognitive tasks can be influenced by many factors. Among the significant ones, that were studied in relationship with cognitive abilities, are animal personality and age. Great tit personality types are evaluated from explorative behavior and reaction towards novel object. We recognize Fast explorers, which are more active but superficial explorers, and Slow explorers, which are cautious, slower but thorough. Fast individuals manipulate sooner with a new food and non food objects. Slow individuals return later to offered food after being disrupted and they have higher breath rate.

Some studies have revealed that Fast and Slow personalities differed in their cognitive abilities, for example in spatial tasks, in associative learning, in discrimination tasks or memory tasks, but many of them focus on only one type of task.

In order to test both personalities thoroughly we tried to select types of tasks that focused on various abilities - two diverse types of extractive tasks, positive and aversive discrimination task and avoidance learning with firebugs (*Pyrrhocoris apterus*) in young naïve birds.

Birds were tested in three age categories: young naïve hand reared birds, one year olds and two years and older birds.

Fast and Slow individuals differed in aversive discrimination task, when Slow individuals were able to learn faster (lower number of repetition until achieving the learning criterion). Slow naïve birds refused firebugs sooner than Fast naïve birds in aversive learning task. Both types of personalities did not differ in first and second extraction tasks (stopper removal in order to acquire food and paper leaf turn over with hidden food). The same results were in positive discrimination task.

Age of tested individuals proved more viable factor for explaining variability between individuals in diverse tasks. The results in cognitive tasks differed in-between age categories. In most tasks the adults were more successful then young birds. Therefore, it is possible that experience acquired throughout the life has a significant impact. Adult birds removed the stopper in first extraction task quicker than young birds, where one year old birds were more successful then birds which were two years and older. Second extractive task didn't show the same results. Adult individuals were better in both positive and aversive discrimination tasks, where two years and older birds had the best results.

Young individuals had correlation between two types of similar tasks - between both extraction tasks. In the contrary aversive learning with firebugs did not correlate with any other task in young birds. We didn't find any correlation in between the test in adult birds.

**Key words:** *Parus major*, personality, cognitive abilities, extractive task, positive discrimination task, avoidance learning, age, correlation

# Obsah

1	Úvod.....	9
2	Cíle.....	10
3	Literární přehled .....	11
3.1	Sýkora koňadra.....	11
3.2	Personalita u zvířat .....	13
3.3	Personalita u sýkory koňadry .....	14
3.4	Personalita a kognitivní schopnosti.....	18
3.4.1	Individuální učení .....	18
3.4.2	Sociální učení a zkušenost .....	23
3.5	Korelace mezi kognitivními úlohami .....	27
3.5.1	Vnitrodruhové studie .....	27
3.5.2	Mezidruhové studie.....	29
4	Metodika a materiál .....	32
4.1	Testování ptáci .....	32
4.1.1	Odchovaná mláďata (naivní jedinci) .....	32
4.1.2	Dospělí ptáci (odchycení jedinci) .....	33
4.2	Ploštice .....	34
4.3	Použité klece .....	34
4.4	Pořadí testů.....	36
4.5	Sada personalitních testů.....	36
4.5.1	Dechový test ( <i>Breath test</i> ) .....	36
4.5.2	Test reakce na nové prostředí ( <i>Novel enviroment test</i> ).....	37
4.5.3	Test reakce na vyrušení ( <i>Startle reaction</i> ).....	38
4.5.4	Test reakce na novou potravu ( <i>Novel food test</i> ) .....	39
4.5.5	Test reakce na nový objekt ( <i>Novel object test</i> ).....	39
4.6	Učící sada .....	41
4.6.1	Extrakční úloha 1 (trubička) .....	41
4.6.2	Extrakční úloha 2 (otáčení papírků).....	42
4.6.3	Pozitivní diskriminační učení ( $S^+/S^0$ ) .....	43
4.6.4	Averzivní diskriminační učení ( $S^+/S^-$ ) .....	44
4.6.5	Averzivní učení s plošticí .....	45
4.7	Statistické zpracování dat.....	46
4.7.1	Personalitní sada a určení personality.....	46
4.7.2	Učící sada.....	47

5	Výsledky .....	50
5.1	Srovnání různých personalitních testů .....	50
5.1.1	Vyhodnocení personality u souborné skupiny mláďat a dospělců .....	50
5.1.2	Vyhodnocení personality u mláďat.....	52
5.1.3	Vyhodnocení personality u dospělých ptáků .....	54
5.2	Kognitivní úlohy u mláďat .....	56
5.2.1	Extrakční úloha 1 (trubička) .....	56
5.2.2	Extrakční úloha 2 (otáčení papírků).....	59
5.2.3	Pozitivní diskriminační učení ( $S^+/S^0$ ) .....	59
5.2.4	Averzivní učení s plošticí .....	62
5.2.5	Korelace mezi úlohami .....	64
5.3	Kognitivní úlohy u dospělých ptáků .....	66
5.3.1	Extrakční úloha 1 (trubička) .....	66
5.3.2	Extrakční úloha 2 (otáčení papírků).....	70
5.3.3	Pozitivní diskriminační učení ( $S^+/S^0$ ) .....	72
5.3.4	Averzivní diskriminační učení.....	76
5.3.5	Korelace mezi úlohami .....	79
5.4	Srovnání mláďat a dospělých ptáků .....	81
5.4.1	Extrakční úloha 1 (trubička) .....	81
5.4.2	Extrakční úloha 2 (otáčení papírků).....	83
5.4.3	Pozitivní diskriminační učení ( $S^+/S^0$ ) .....	83
5.4.4	Averzivní diskriminační učení ( $S^+/S^-$ ) .....	85
6	Diskuze .....	88
6.1	Personalita u sýkor koňader .....	88
6.2	Vyhodnocení jednotlivých kognitivních úloh – vliv personality a věku .....	90
6.2.1	Extrakční úloha 1 (trubička) .....	90
6.2.2	Extrakční úloha 2 (otáčení papírků).....	93
6.2.3	Pozitivní diskriminační učení ( $S^+/S^0$ ) .....	94
6.2.4	Averzivní diskriminační učení ( $S^+/S^-$ ) .....	95
6.2.5	Averzivní učení s plošticí .....	97
6.3	Korelace mezi kognitivními úlohami.....	98
7	Závěr .....	100
8	Seznam literatury .....	102



# 1 Úvod

Cílem této diplomové práce bylo porovnat úspěšnost sýkor koňader (*Parus major*) při řešení různých kognitivních úloh. Jako kognitivní úlohy byly zvolené dva typy extrakčních úloh, pozitivní diskriminační učení, averzivní diskriminační učení či u mlád'at averzivní učení s plošticí *Pyrrhocoris apterus*. Vyhodnocovali jsme, zda na individuální úspěšnost jedinců měl vliv typ jejich personality a jejich věk. U sýkor koňader byly rozeznány individuální rozdíly v exploračním chování a na jejich základě u nich byly určeny dva typy personality, „fast exploreres“ (Fast) a „slow exploreres“ (Slow) (Verbeek et al., 1994; Drent et al. 2003). Úspěšnost jedinců byla srovnávána také mezi různými věkovými kategoriemi, mlád'aty a dospělými ptáky, u dospělých ptáků pak zvlášť pro mladší (ptáky do 1 roku) a starší (ptáky starší než 1 rok) jedince.

Dále bylo zjišťováno, zda byly výsledky jednotlivých úloh vzájemně korelované, a tedy zda jedinci, kteří byli úspěšní v jednom typu učení, byli úspěšní i v jiném typu úlohy.

Tato diplomová práce navazuje na moji bakalářskou práci (Šimánková, 2009), jejímž cílem bylo shrnout fyziologické, ekologické a behaviorální faktory, které souvisejí s personalitou u různých zvířat. Při této literární rešerši jsem zjistila, že není mnoho prací, které by porovnávaly, zda typ personality jedinců má vliv na jejich úspěšnost při řešení více různých kognitivních úloh. Obvykle jsou v souvislosti s personalitou testovány jedna či dvě úlohy. Proto jsme se zaměřili na více úloh různého typu.

## 2 Cíle

### **U naivních odchovaných mlád'at:**

1. Určit typ personality jedinců a zjistit, jaká je souvislost jednotlivých testů z personalitní sady (test na nový objekt, test na nové prostředí, test na novou potravu, test reakce na vyrušení, dechový test).
2. Zjistit, zda typ personality jedinců ovlivňuje jejich úspěšnost při řešení různých typů kognitivních úloh (dvě různé extrakční úlohy, pozitivní diskriminační učení a averzivní učení s plošticí učení).
3. Zjistit, zda jsou výsledky jednotlivých kognitivních úloh vzájemně korelované.

### **U odchycených dospělých ptáků:**

1. Vyhodnotit typ personality jedinců a určit, jaká je souvislost jednotlivých testů z personalitní sady (test na nový objekt, test na nové prostředí, test na novou potravu, test reakce na vyrušení, dechový test).
2. Otestovat, zda má personalita jedinců vliv na jejich úspěšnost při řešení různých typů kognitivních úloh (dvě různé extrakční úlohy, pozitivní diskriminační učení a averzivní diskriminační učení).
3. Zjistit, zda je úspěšnost jedinců při řešení těchto různých kognitivních úloh ovlivněna věkem.
4. Zjistit, zda spolu výsledky jednotlivých kognitivních úloh korelují

### **U souborné skupiny tvořené mlád'aty a dospělými ptáky:**

1. Vyhodnotit, zda dochází v souvislosti s věkem ke změně personalitních charakteristik.
2. Zjistit, zda se mění se v souvislosti s věkem úspěšnost jedinců v kognitivních úlohách (a její vztah k personalitě).

## 3 Literární přehled

### 3.1 Sýkora koňadra

(*Parus major*, Linnaeus, 1758, Paridae)

Sýkory koňadry patří do řádu pěvců (Passeriformes: Paridae). Dosahují velikosti 12,5-14 cm. Mají poměrně dlouhý a široký ocas, špičatý, delší zobák, černou lesklou hlavu s bílými lícními skvrnami. Nesetkáme se u nich s výrazným pohlavním dimorfismem. Středem hrudi prochází podélný černý pruh, který je u samic užší a končí na břiše, u samců je širší a zasahuje dále až k ocasu (viz Obr.1). Juvenilové jsou světlejší než dospělci, mají nažloutlé líce a jejich černý pruh uprostřed těla není tak výrazný. Od dospělců se také liší velikostí zobáku a jejich hlava není tak lesklá (Cramp a Perrins, 1993).

Rozšíření sýkor koňader zahrnuje téměř celou paleoarktickou oblast. Jsou rozšířeny od Západní Palearktidy, obývají celou Evropu, s výjimkou části severní oblasti Skandinávie, setkat se s nimi lze hojně i v Asii, kde výskyt zasahuje na Japonské souostroví a na jihovýchodě až k Indonésii (Cramp a Perrins, 1993; del Hoyo, 2007). Obývají všechny typy lesů, především listnaté a smíšené, ale také otevřenou krajinu s nepravidelně rozmístěnými stromy. Hojně se vykytují také v zahradách a sadech či v blízkosti lidských obydlí (Šťastný et al., 2006).

Během roku se vyskytují jednotlivě, na jaře tvoří páry, které spolu zůstávají po celou dobu rozmnožování a péče o potomstvo. Tyto páry se mohou příští hnízdní sezónu obnovit. V době hnízdění jsou teritoriální. Koňadry se začínají rozmnožovat v prvním roce života, během roku mohou hnízdit jednou či dvakrát. Hnízda staví v stromových dutinách, ve zdech či v budkách nejčastěji z mechu, suché trávy či například chlupů. Velikost snůšky kolísá mezi 3-18 vajíčky. Inkubace trvá 12-15 dní. Mláďata jsou krmena oběma rodiči a zůstávají na hnízdě 16-22 dní. Rodiče dokrmují ptáčata ještě jeden až dva týdny po opuštění hnízda (Cramp a Perrins, 1993; del Hoyo, 2007).

Na konci léta a na počátku podzimu se seskupují do smíšených zimních hejn, která mohou obsahovat až 50 jedinců. V průměru však takové hejno obsahuje 4-8 jedinců. Nejčastěji se sdružují s dalšími druhy čeledi Paridae, např. *Cyanistes caeruleus* a *Periparus ater* (Cramp a Perrins, 1993).

Potrava sýkor koňader obsahuje 21 řádů bezobratlých živočichů (Cramp a Perrins, 1993). V létě se živí převážně drobnými bezobratlými živočichy, zejména řády Lepidoptera, Coleoptera, Hemiptera, Diptera, Hymenoptera a dále také například pavouky (Aranea). V zimě zařazují do svého jídelníčku také různá semena a plody (del Hoyo, 2007). V zimě si

neukládají zásoby (Cramp and Perrins, 1993). Preference pro určitý typ potravy se může měnit s věkem či zkušenostmi. Koňadry preferují velikost potravy okolo 1 cm. Potravu sbírají především na stromech, keřích či na zemi. Výjimečně ji chytají v letu (Hudec et al., 1983; Cramp a Perrins, 1993).

Zajímavostí je, že u sýkor koňader bylo zaznamenáno používání nástrojů při získávání potravy (del Hoyo, 2007). Jako příklad lze uvést používání jehličí z borovic k získávání larev hmyzu z kůry stromů (Duyck a Duyck, 1984 ex Cole et al., 2011). U koňader se také lze setkat s inovativními způsoby získávání potravy. Jako klasický příklad lze uvést otvírání lahví s mlékem prokloubáním uzávěru (Fisher a Hinde, 1949).



**Obr. 1** Sýkory koňadra (*Parus major*) (<http://www.rspb.org.uk>)

## 3.2 Personalita u zvířat

Jedinci jsou každodenně vystavováni různým situacím a vlivům prostředí a liší se tím, jak se zachovávají v nové nezvyklé situaci, jak se budou chovat při střetu s jiným jedincem, jak se vyrovnají s působícím stresem, jak zareagují na měnící se potravní nabídku či jakou zaujmou reprodukční strategii. Jedinci se liší také například ve své ochotě riskovat, v míře aktivity či ve způsobu řešení problému, před který jsou postaveni. Právě tato rozdílná rozhodnutí, která jedinci dělají a odlišné strategie, které zaujmají, jsou ovlivněna typem jejich personality, neboli osobnosti, která je pro každého jedince unikátní.

Personalita může být definována jako soubor spolu souvisejících prvků chování, které jsou konzistentní v čase za různých podmínek a situací (Sih et al., 2004). Dall et al. (2004) definují personalitu jako konzistentní individuální rozdíly v chování (v agresivitě, plachosti, družnosti a aktivitě) v čase a v různých ekologických kontextech. V širším slova smyslu lze na personalitu pohlížet jako na inter-individuální variabilitu v chování (Uher, 2008).

Mimo pojmu personalita, osobnost (Gosling a John, 1999; Dall et al., 2004) můžeme v literatuře nalézt i další pojmy, které popisují individuální variabilitu v chování zvířat, jako temperament (French, 1993 ex Gosling, 2001), individualita (Stevenson-Hinde, 1978 ex Gosling a John, 1999), emocionalita (Gray, 1965 ex Gosling, 2001), behaviorální syndrom (Sih et al., 2004), „Coping style“ či „Coping strategy“ (Koolhaas et al., 1999; Benus et al., 1991 ex Bell a Stapms, 2004) či behaviorální strategie (Verbeek et al., 1994). Ve své práci budu dále jednotně používat termín personalita.

V literatuře se lze setkat s různým označením pro typy personality. Tato označení nejčastěji odrážejí zaměření použitého testu k určení personality. Označení „proactive“ a „reactive“ odrážejí zejména reakci jedinců na stresový podnět, jejich emocionalitu. „Proactive“ jedince lze charakterizovat jako rychlejší, agresivnější, aktivnější a povrchně explorující. Rychleji u nich také dochází k formování rutinního chování. „Reactive“ jedinci jsou naopak méně aktivní a agresivní, jejich explorace je důkladnější a jejich chování flexibilnější. S tímto označením se lze setkat např. u potkanů (*Rattus norvegicus*) (Koolhaas et al., 1999; Benus et al. 1991 ex Sih et al., 2004), dále u prasat (*Sus scrofa domestica*) (Hessing et al., 1994) či u norků amerických (*Mustela vison*) (Malmkvist and Hansen, 2002 ex Sih et al., 2004).

Dalšími typy personality označenými dle schopnosti explorace neznámého prostředí jsou „slow explorers“ a „fast explorers“. Pro „fast explorers“ je charakteristická rychlá povrchní explorace prostředí i nových objektů, agresivnější chování, větší ochota riskovat a kopírovat chování jiných jedinců. „Slow explorers“ jsou při exploraci pomalejší a důkladnější, jsou méně agresivní a v případě porážky se s ní lépe vyrovnávají, také lépe reagují na změny

(Verbeek et al, 1994, Drent et al., 2003). Toto označení bylo použito zejména u ptáků, a to u sýkor koňader (*Parus major*) (Verbeek et al, 1994, Drent et al., 2003, van Oers et al, 2005) či u sýkor modřinek (*Cyanistes caeruleus*) (Ježová, 2008).

Typy personality „bold“ a „shy“ byly určeny dle ochoty riskovat např. u slunečnice pestré (*Lepomis gibbosus*) (Coleman a Wilson, 1998 ex Sih et al., 2004), živorodek (*Brachyraphis episcopi*) (Brown a Braithwaite, 2005) a ovcí tlustorohých (*Ovis canadensis*) (Réale et al., 2000). „Bold“ jedinci jsou smělejší a více riskují, naopak „shy“ jedinci jsou opatrnější a váhaví (Wilson et al., 1994; Réale et al., 2000; Brown et al., 2005).

U octomilek (*Drosophila melanogaster*) byly dle toho, jak se zdržovaly poblíž potravního zdroje, určeny typy personality „rovers“ (tuláci, kteří spíše opouští původní potravní zdroj a hledají nový) a „sitters“ (posedávající, kteří se zdržují poblíž původního potravního zdroje (Pereira et al., 1993; Sokolowski et al., 1997).

Názory na koncepci personality nejsou jednotné. Někteří autoři souhlasí s rozdělením personality na určité typy (viz výše), jiní se naopak přiklání spíše ke koncepci kontinua, kdy vlastnosti jedinců jsou jakoby „rozmístěny“ podél přímky, na jejíchž koncích se nacházejí extrémní jedinci právě v těchto vlastnostech, tzv. „shy-bold continuum“ (Wilson et al., 1994). Při bližším zkoumání typů personality lze vysledovat, že se vyskytují vlastně 2 základní typy, pro něž jsou charakteristické určité vlastnosti. Již v bakalářské práci (Šimánková, 2009) jsem pro větší přehlednost porovnávaných prací označila tyto typy Fast a Slow. Označení Fast je pak chápáno jako ekvivalent typů označených jako „proactive“, „fast explorers“, „bold“ a „rovers“. Fast typ personality může být charakterizován větší mírou explorační, větší agresivitou a větší ochotou riskovat. Slow jedinci jsou naopak smělejší, více pasivní, méně agresivní a jejich explorační je pomalejší a důslednější. Slow typ je ekvivalentem pro „shy“, „slow explorers“, „reactive“ a „sitters“. V práci budu dále jednotně používat označení Fast a Slow.

### 3.3 Personalita u sýkory koňadry

Tato kapitola ve stručnosti shrnuje poznatky o personalitě u sýkory koňadry a fyziologických, ekologických a behaviorálních faktorech, se kterými může souviset. Podrobněji se danými faktory zabývám ve své bakalářské práci (Šimánková, 2009). Personalita u zvířat je zejména v posledních letech hojně zkoumaným tématem a jako jeden z vhodných subjektů výzkumu se jeví právě sýkora koňadra. U sýkor koňader je dobře prostudována jejich ekologie a mnoho se o nich ví díky kroužkování a zpětným odchytům. Jejich mláďata je možné odchovávat v lidské péči. Sýkory mají navíc relativně velkou snůšku a obvykle hnízdí více než jednou za sezónu (Drent, 1984 ex Carere, 2003).

Typ personality u sýkor koňader se vyhodnocuje na základě řady testů, nejčastěji však jako hlavní kritérium slouží vztah jedince k novému prostředí či neznámému objektu. Označení pro typy personality *fast explorers* a *slow explorers* u sýkor koňader bylo poprvé použito v práci Verbeek et al. (1994) a vychází z vyhodnocení jejich exploračního chování v testu na nové prostředí a v testu na nový nepotravní objekt. Jako *fast explorers* byli označeni jedinci, kteří se v novém prostředí dříve zorientovali, rychleji našli potravu a k novému předmětu přistoupili dříve a více se o něj zajímali. Jedincům označeným jako *slow explorers* trvalo déle, než se osmělili vzít si potravu v novém prostředí a v testu na nový objekt také pomaleji než *fast explorers* přistupovali k novým předmětům (Verbeek et al., 1994).

Fast a Slow sýkory se svým chováním značně liší. Fast jedince lze charakterizovat jako agresivnější (Verbeek et al., 1996), rychlejší, ale povrchní průzkumníky, kteří formují rutinní chování (Verbeek et al., 1994) a také více riskují (van Oers et al., 2004a). Slow jedinci jsou pomalejší, ale důslednější průzkumníci, jsou méně agresivní, lépe reagují na změny v prostředí a jejich chování je plastičtější (Verbeek et al. 1994, 1996; van Oers et al., 2004a).

Fast a Slow sýkory se liší v řadě dalších aspektů chování. Při studiu personality u sýkor koňader se autoři zabývali fyziologickými parametry, které byly zkoumané zejména v souvislosti s působícím stresem. U sýkor byla měřena tělesná teplota a dechová frekvence. Zjišťované hodnoty byly měřeny bezprostředně po působícím stresu (odchycení či probuzení) a s časovým odstupem během dne a v noci. U Slow jedinců byly naměřeny vyšší hodnoty tělesné teploty i dechové frekvence. Dané zjištění souvisí mimo jiné s faktem, že u Slow jedinců je dominantní parasympatikus, který řídí dechovou frekvenci (Carere a van Oers, 2004). U obou linií byly tělesná teplota i dechová frekvence během dne v druhém měření nižší, během noci s časovým odstupem byla teplota naopak vyšší a dechová frekvence se příliš nelišila mezi měřeními (Carere a van Oers, 2004).

Další stresový faktor může představovat přítomnost jiného jedince (sociální stres). Pokud byli Slow samci konfrontováni s jiným agresivním jedincem, reagovali silněji než Fast samci. Byla u nich zaznamenána zvýšená sekrece glukokortikoidů. Následující den u nich byla naopak zjištěna nižší hladina glukokortikoidů než v normálním stavu (Carere et al, 2003a). Stres u jedinců může vyvolat i prohra při vzájemném střetu. Na prohru jedinci obou linií reagovali zvýšenou tělesnou teplotou (emocionální horečkou), poklesla u nich tendence blíže přistupovat k neznámým jedincům a u Fast sýkor více poklesla krátkodobá pohybová aktivita. Dechová frekvence, ani tělesná hmotnost se u obou linií nezměnily (Carere et al., 2001).

Názor na otázku stability personality během vývoje koňader není jednotný. Některé práce uvádějí, že již ustavená personalita jedince je konzistentní a s věkem se nemění. Pokud bylo u zpětně odchycených sýkor zkoumáno explorační chování, u jedinců se nelišilo (Dingemanse

et al., 2002). Naopak Carere et al. (2005) zjistili, že explorační chování není u jedinců stabilní. Při měření v pozdějším věku (ve věku 2-3 let) bylo u řady jedinců, kterým byl jako juvenilům ve věku 35-50 dní na základě testu na nový objekt a testu na nové prostředí, určen typ personality jako Slow, zjištěna personalita Fast. U Fast jedinců tomu tak nebylo a v pozdějším věku se dále projevovali jako Fast.

Dalším hojně prostudovanou problematikou v souvislosti s personalitou sýkor koňader je reprodukce. Výběr sexuálního partnera se liší mezi Fast a Slow jedinci. Fast samci preferovali Fast samice a častěji se před nimi předváděli, Slow samci byli bez preference pro samici určité personality (Carere et al., 2000 ex van Oers et al., 2008). Odlišná byla i doba zájmu o opačné pohlaví. Fast jedinci se dříve začali zajímat o opačné pohlaví (Carere et al., 2005).

Reprodukční úspěch jedinců se liší mezi sýkorami odlišných personalit. Rodiče se na základě svého typu personality liší ve svých schopnostech například při obsazování teritorií či v péči o mláďata. V získávání a obraně kvalitnějších teritorií s dostatkem potravy byli úspěšnější agresivní Fast samci. U jednotlivých strategií (např. při obsazování teritorií), které jedinci zaujímají, je také podstatné, jaký je poměr jedinců stejného pohlaví či personality (Both et al., 2005; Dingemanse et al., 2004). Při obsazování a obhajobě teritorií jsou úspěšnější Fast samci, ale tato strategie je výhodná jen v případě, že je Fast samců méně než Slow samců. Pokud převažují Fast samci, jen někteří obsadí kvalitnější teritorium a ti, kteří obsadí méně kvalitní teritorium, jsou zde méně úspěšní než Slow samci adaptovaní na horší podmínky (Dingemanse et al., 2004). Mezi Fast a Slow sýkorami byly pozorovány rozdíly také v rodičovské péči. U Slow jedinců byla zaznamenána lepší péče o potomstvo, neboť dokázali snáze reagovat na změny v prostředí. Naopak Fast jedinci více investovali do obrany hnízd v přítomnosti predátora. Byl u nich také zaznamenán vyšší počet alarmujících volání při vyrušení (Hollander et al., 2008). Roli také hraje kombinace personalit obou rodičů. Both et al. (2005) zjistili, že jako nejúspěšnější rodičovské páry s mláďaty v nejlepší kondici se jeví dvojice tvořená jedinci stejných personalit (asortativní páry). Rozdíly lze nalézt i mezi ptáčky odlišných personalit. U Fast mláďat bylo zjištěno, že více žadoní o potravu a jsou při tom razantnější než jejich Slow sourozenci (Carere et al., 2003c).

V souvislosti s reprodukcí byla zkoumána také mimopárová paternita. Bylo zjištěno, že u dvojic stejných personalit (asortativních párů), byl častěji zaznamenán výskyt mimopárové paternity, tedy jevu, kdy otcem mláďat nebyl partner samice (van Oers et al., 2008).

Vztah personality jedinců a jejich schopnost učit se různé typy úloh je probrán vzhledem k zaměření diplomové práce podrobněji v samostatné kapitole 3.4 Personalita a kognitivní schopnosti. Tato kapitola pojednává také o sociálním učení a vlivu zkušeností.



Sociální uspořádání a dominance u sýkor koňader vázané na osobnost nejsou v přírodě stabilní. Fast jedinci zaujímají buď nejvyšší postavení (pokud vyhraji v souboji) či naopak nejnižší, neboť se těžko vypořádávají s porážkou. Slow sýkory stojí někde uprostřed, v průměru však mají Slow jedinci vyšší postavení. Při ustavování hierarchie ve skupině v prvních dnech dominují Fast jedinci (Verbeek et al., 1999). Roli hraje i hnízdní teritorialita jedinců. U teritoriálních samců dominují juvenilové i dospělí Fast samci, u neteritoriálních jedinců jsou dominantní Slow juvenilové a dospělí Fast samci. U samic nebyly výsledky jednoznačné (Dingemanse a de Goede, 2004).

Důležitou vlastností jedinců je schopnost pohybovat se na delší vzdálenosti (dispergovat). Tato vlastnost může mít vliv na přežívání jedinců. Bylo zjištěno, že mláďata sýkor koňader, jejichž oba rodiče byli Fast jedinci, dispergovala na nejdelší vzdálenost (Dingemanse et al., 2003).

Jako jedno z kritérií pro určení osobnosti může sloužit vyhodnocení riskantního chování, tedy ochoty jedinců riskovat. Fast sýkory, které jsou agresivnější, také více riskují. Pokud jsou vyrušeny při nějaké činnosti, dříve se k ní vrací. Slow sýkory jsou naopak opatrnější a méně riskují. Pokud jsou vyrušeny při nějaké činnosti, například při potravním chování, déle váhají, než se k dané činnosti opět navrátí (van Oers et al., 2004a).

Osobnost jedinců je ovlivňována okolním prostředím, ale část její složky je také dědičná. Heritabilitu (dědičnost) jednotlivých složek, které mohou být nazvané jako dílčí chování, se podařilo prokázat u volně žijících sýkor koňader (Dingemanse et al., 2002), ale také u odchovaných naivních a uměle selektovaných linií (Drent et al., 2003; van Oers et al., 2004a,b). Jako jeden ze znaků, který byl prokázán jako konstantní a dědičný a bylo jej možné nalézt u dalších dvou generací, je samotná explorační prostředí. Heritabilita pro explorační chování byla prokázána ve čtyřech po sobě následujících generacích dvou linií selektovaných na opačné hodnoty exploračního chování. (Drent et al., 2003). Explorační chování bylo korelované s ochotou jedinců riskovat. Heritabilita pro riskantní chování však byla nižší (19%) než pro explorační chování v předchozí studii (54%). Jedinci, kteří více prozkoumávali prostředí, také více riskovali (van Oers et al., 2004a).

U linií Slow a Fast byl také zaznamenán rozdíl v obsahu androgenů, steroidních samičích hormonů, které samice deponuje do vaječných žloutků ptáčat. Ukázalo se, že tyto hormony mají následně vliv na agresivitu, smělost a explorační chování (Groothuis et al., 2005). Z působících hormonů byl vybrán a dále sledován testosteron. U Fast jedinců se obsah testosteronu během kladení postupně zvyšoval, takže poslední kladená vejce ho obsahovala nejvíce. U Slow jedinců se obsah nejprve zvýšil, ale pak se naopak postupně snižoval. Dále bylo zjištěno, že Fast samice, u kterých byly zaznamenány vyšší hormonální hladiny, kladly

vejce dříve než Slow samice. Dřívější kladení Fast samic na počátku sezóny zajišťuje dostatek potravy pro odchování celé snůšky. Slow jedinci z linie s nižším obsahem androgenů ve žlutcích ptáčat kladli vejce až později během sezóny, kdy již výskyt potravy nebyl tak hojný a dostačující pro celou snůšku (Groothuis et al., 2008)

Typ personality jedince může také ovlivnit, jak se jedinci odlišně vypořádávají s podmínkami prostředí. Mezi takové podmínky může patřit nabídka potravy či kvalita teritoria, které mohou zvýhodňovat jeden typ personality. Dingemanse et al. (2004) sledovali vliv dostupnosti potravy, zejména bukvic (*Fagus sylvaticus*) na přežívání jedinců. Pokud byl potravy nedostatek, lépe přežívali Slow samci a agresivnější Fast samice. Pokud se ale urodil bukvic dostatek, tak výsledky byly opačné ve prospěch Fast samců a Slow samic. Mezi samci příští jarní sezónu vzrostla kompetice o teritoria (Perdeck et al., 2000 ex Dingemanse et al., Dingemanse et al. 2004), v nichž právě vítězili agresivnější Fast samci. U samic měla větší vliv kompetice o potravu, u samců kompetice o teritoria (Dingemanse et al. 2004).

Z výsledků jednotlivých prací vyplývá, že ani jeden typ personality není v prostředí dlouhodobě zvýhodňován. Na základě konkrétních podmínek může být pro danou oblast v některých letech optimálním typem personalita Fast a jindy naopak Slow.

### **3.4 Personalita a kognitivní schopnosti**

#### **3.4.1 Individuální učení**

Fast a Slow jedinci se mohou lišit úspěšností v různých kognitivních úlohách a často zaujímají při řešení úloh odlišné strategie. Některé vlastnosti jedinců, jako zejména větší smělost Fast jedinců, je mohou při řešení úloh zvýhodňovat. Individuální učení jedince může být ovlivněno řadou faktorů, například postavením jedinců ve skupině, v hierarchii.

Jeden z typů zkoumaných úloh představují prostorové úlohy. Cílem těchto úloh je většinou nalézt odměnu zorientováním se v prostoru. K nalezení odměny mohou napomoci značky nebo se zvíře učí nalézt odměnu (potravu) na pevné pozici.

Carere et al. (2003b) porovnávali schopnost Fast a Slow sýkor koňader nalézt skrytou potravu (moučného červa schovaného pod listem papíru v misce) v jedné z devíti misek pomocí vizuální značky, která byla umístěna v prvním pokusu na jedné z misek („cue task“, úloha se značkou), v druhém pokusu na základě pozice misky v prostoru bez vizuální značky („place task“, prostorová úloha) a ve třetí fázi opět za pomoci vizuální značky, ale po intervalu 65 hodin („retention task“, paměťová úloha). Jedinci byli testováni po Fast či Slow dvojicích. Zjišťovala se doba, než sýkory našly červa, a také počet chyb určovaný jako množství nesprávně navštívených misek. V prvních dvou úlohách (úloze se značkou a v prostorové úloze) se Slow ani Fast jedinci nelišili v počtu nesprávně navštívených misek.

Mezi liniemi Fast a Slow se nelišil ani čas nalezení odměny v druhé (prostorové) úloze. Podobné výsledky byly zjištěny v první a třetí úloze, kdy Slow jedincům trvalo déle, než objevili skrytou odměnu. Tento výsledek souvisel v první úloze zejména s faktem, že Fast jedinci dříve začali s hledáním potravy, ve třetí úloze se naopak nelišila doba, kdy začali Fast a Slow jedinci hledat červa, ale Slow jedinci ho déle aktivně vyhledávali. V porovnání počtu chyb ve třetí (retenční) úloze se o něco lépe dařilo Fast jedincům s menším množstvím chyb, ale výsledek byl pouze na hranici průkaznosti. V úloze s vizuální značkou a v retenční úloze byli úspěšnější Fast jedinci a to se projevilo kratší latencí, než našli odměnu. V prostorové úloze se linie příliš nelišily.

Mezi další kognitivní úlohy zkoumané ve spojitosti s personalitou jedince patří asociační (asociativní), řada prací se zabývá podmiňováním. Jedinec se učí spojovat vzájemně jevy. Jako příklad lze uvést spojení si předložení nějakého předmětu či signálu s následným obdržením potravy.

Pstruzi duhová (*Oncorhynchus mykiss*), kteří byli umístěni do nádrže, byli učeni spojit si rozsvícení světla s nasypáním potravy (pelet) do bílého kroužku umístěného na stěně nádrže. Jako vyhodnocení úlohy sloužil počet pokusů, než se jedinci naučili asociovat rozsvícení s peletami. Nejprve byl u jedinců zjištěn typ personality dle míry aktivity v pro ně neznámém prostředí, v nádrži. Autoři předpokládali, že se Slow jedinci budou učit hůře, neboť trávili v otevřeném prostoru méně času než Fast pstruzi. Jejich předpoklad se potvrdil. Fast jedinci, kteří byli celkově aktivnější, se naučili řešit úlohu rychleji. Slow jedinci se více zdržovali v části nádrže, která sloužila jako úkryt. K naučení úlohy potřebovali více opakování. Mezi Fast a Slow jedinci se také lišila strategie, jak jedinci získávali pelety. Fast pstruzi po rozsvícení světla čekali poblíž kruhu a brali si pelety z povrchu či dokonce pro pelety vyskakovali z vody. Slow jedinci čekali, až začnou padat pelety. Poté si pro ně připlavali a odpluli s nimi zpět do úkrytu (Sneddon, 2003). Výsledky svědčící pro větší úspěšnost Fast jedinců mohou být interpretovány také tak, že Fast jedinci se nebáli trávit více času v otevřeném prostoru a díky tomu také dříve úlohu vyřešili.

Podobný typ pokusu s asociačním učením byl prováděn na samcích živorodek duhových (*Poecilia reticulata*). Typ personality byl určen podle chování jedince v blízkosti predátora (riskantního chování). V prvním pokusu se samečci učili spojit si předložení bezbarvého kroužku (podnětu) do nádrže s nasypáním potravy (pelet). Po úspěšném absolvování prvního pokusu následovala druhá fáze, ve které byly do nádrže umístěny dva barevné kroužky, a samečci živorodek byli učeni, aby si spojili obdržení potravy s konkrétním barevným kroužkem. Z výsledků vyplývá, že úspěšnější byli Fast jedinci, kteří se dříve naučili spojovat předložení kroužku s potravou. Dané zjištění autoři interpretovali na základě rozdílných

schopností Fast a Slow jedinců v asociativním učení. Alternativním zdůvodněním může být to, že Fast samci byli odvážnější a nebáli se přiblížit k neznámému kroužku. Díky tomu si vytvořili s podnětem silnější asociaci (Dugatkin a Alfieri, 2002).

Averzivní učení představuje typ úlohy, ve které byli úspěšnější Slow jedinci. Exnerová et al. (2010) ve své práci porovnávali, zda se u jedinců pocházejících z linií selektovaných na opačný typ personality Fast a Slow u sýkor koňader lišila reakce na aposematickou kořist, se kterou neměly naivní sýkory dřívější zkušenost, rychlost averzivního učení a paměť pro aposematický signál. Slow sýkory déle váhaly, než začaly manipulovat s aposematickou kořistí. Ve fázi učení byli naivním odchovaným sýkorám střídavě předkládáni aposematictí dospělci ruměnice pospolné (*Pyrrhocoris apterus*) a kontrolní kořist (moučný červ). V průběhu pokusu byly zaznamenávány jednotlivé prvky chování, zejména zda jedinci s plošticemi manipulovali, zda je zabíjeli a konzumovali. Jako kritérium pro úspěšné naučení úlohy sloužilo to, pokud jedinec odmítl ve třech po sobě následujících kolech manipulovat s plošticí. Slow sýkory rychleji dosáhly kritéria naučení a dříve se tak naučily vyhýbat aposematické kořisti. Během pokusů méně manipulovaly s rumenicemi a méně jich zabily než Fast sýkory. Pokud byla zkoumána paměť, jedinci obou personalit si zapamatovali svou zkušenost s plošticí. To se projevilo v paměťovém testu tím, že u jedinců z obou skupin byla naměřena delší latence manipulace s kořistí než v prvním dni, u Slow jedinců však byly latence manipulace s plošticemi delší než u Fast mláďat. Slow jedinci manipulovali s plošticemi opatrněji a obvykle je už nezabíjeli. U Slow jedinců byla zjištěná větší vrozená opatrnost vůči aposematické plošticí. Slow jedinci se také rychleji než Fast jedinci naučili vyhýbat se aposematické kořisti.

Podobné výsledky jako Exnerová et al. (2010) přináší práce Budaeva a Zhuikowa (1998 ex Budaev a Zworykin, 2002), která se zabývá averzivním učení u živorodek duhových (*Poecilia reticulata*) v souvislosti s personalitou. Personalita byla určena dle smělosti jedinců (ochoty jedinců riskovat) a dle aktivity (exploračního chování v novém prostředí a tendence kontaktovat ostatní jedince). Živorodky se v averzivní úloze učily spojit si nepodmíněný averzivní podnět, který představoval slabý elektrický proud, s podmíněným podnětem (světlem). Cílem úlohy bylo naučit se vyhýbat se světlu, aby jedinci nedostali zásah elektrickým proudem. Úlohu se rychleji naučili bázlivější jedinci (Slow živorodky). K úspěšnému naučení úlohy jim stačilo menší množství setkání s podmíněnými i nepodmíněnými podněty.

Visser et al. (2003) sledovali ve své studii kognitivní dovednosti koní (*Equus caballus*) a také stabilitu dosažených výsledků v pozdějším věku. Jedinci byli testováni v averzivní úloze

a v úloze, kde byli za správnou odpověď odměněni. V averzivní úloze se jedinci učili vyhýbat negativnímu averzivnímu podnětu, který představovalo náhlé vyfouknutí stlačeného vzduchu. Před samotným vyfouknutím se ozval zvuk zvonku a cílem úlohy bylo překročit žlutou laťku. Překročením laťky se zastavilo (či vůbec nespustilo) foukání vzduchu. Koně se tak učili spojovat zvuk zvonku s averzivním podnětem. V druhé úloze byli jedinci odměněni potravou, pokud se naučili rozeznat správný žlab (s žárovkou). Autoři zkoumali i možnou souvislost s emocionální stabilitou koní či srdeční frekvencí. Emocionální stabilita (emocionalita), která byla určovaná dle frekvence různých prvků chování (např. frkání, ržání, hrabání), může sloužit jako jedno z kritérií pro určení personality. Z výsledků vyplývá, že někteří koně byli úspěšnější v averzivní úloze a jiní se naopak lépe naučili úlohu, v níž byli odměňováni. Vliv personality na kognitivní dovednosti koní nebyl prokázán, ale byl zaznamenán trend, že emocionálně nestabilní jedinci se učili o něco hůře, ale tyto výsledky nebyly statisticky průkazné. Další výzkum vlivu personality koní na učení by tak mohl odhalit, že úspěšnost v různých typech úloh je spojena s konkrétním typem personality.

Individuální učení může být ovlivněno řadou faktorů. Boogert et al. (2006) se zaměřili na dominantní postavení ve skupině špačků a jeho možný vliv na individuální učení. Zkoumali vztah mezi sociálním postavením, neofobií a individuálními schopnostmi učení a personalitou u odchycených špačků obecných (*Starling vulgaris*). Typ personality jedinců byl určen dle jejich chování v neznámém prostředí. Fast špačci se v novém prostředí rychleji zorientovali a dříve se krmili, Slow špačci se chovali opačně. Sociální postavení jedinců bylo určeno dle agonistických interakcí mezi jedinci a dle přístupu jedinců k potravě a k vodě. Jako individuální učení byla zvolena prostorová úloha. Cílem této úlohy bylo v několika kolech nalézt potravu (červa), která byla skrytá v misce. V každém kole byla miska z větší části zakrývána papírem a červ byl tak stále méně viditelný. Výsledky práce potvrdily hypotézu autorů, že individuální kognitivní schopnosti byly pozitivně korelované se sociální dominancí. Jedinci, kteří nejdříve vyřešili úlohu, také zaujímali nejvyšší dominantní postavení. Co se týče vztahu mezi personalitou a učením, autoři zjistili, že jedinci, kteří se dříve začali krmít v novém prostředí (Fast), také dříve vyřešili prostorovou úlohu. Nebyl prokázán vztah mezi neofobií k novým předmětům a individuálním učením. Nebyla zjištěna korelace mezi latencí, kdy se jedinci krmili poblíž nových předmětů (neofobií), a latencí, kdy se začali krmít v novém prostředí. Neofobie nebyla korelovaná s postavením špačků.

Jednou z nejjednodušších forem učení je habituace. Habituací se rozumí postupné slábnutí reakce na podnět, se kterým jedinec opakovaně přichází do styku a postupně si na něj zvyká. Tato forma učení je důležitá pro selektování pozornosti (Domjan, 2003 ex. Ellenberg et al., 2009). Schopnost habituace na přítomnost lidí na Novém Zélandu u tučňáků žlutookých

(*Megadyptes antipodes*) studovali Ellenberg et al. (2009). Tučňáci jsou zde vystaveni turistickému ruchu a mezi jedinci se liší schopnost zvyknout si na přítomnost lidí. Na habituační potenciál tučňáků mělo vliv pohlaví jedinců, jejich personalita a také to, zda již měli předchozí zkušenost s lidmi (odebírání krve či kontroly hnízd). Klidnější Slow jedinci reagovali nejprve na přítomnost osoby v blízkosti jejich hnízda silněji než agresivní Fast jedinci. Během následujících pěti dní, kdy se opakovali krátké návštěvy, se však dokázali zotavit rychleji a adaptovat se snáze na vyrušení od lidí. Byla u nich naměřena nižší dechová frekvence. Samicím trvalo delší dobu než samcům, než se zotavily po setkání s lidmi. Nejdéle trvalo zotavení po příchodu lidí Slow samicím. Po opakovaných návštěvách lidí (po habituaci) se však čas na zotavení u samic zkracoval. Fast samci se z prvního setkání s lidmi zotavovali rychleji než samice, ale ve svých dalších odpovědích byli méně flexibilní. Jedinci, kteří byli v dřívějších letech testováni (pravidelné krevní odběry), a měli tedy negativní zkušenost s lidmi, se dokázali hůře habituovat. V porovnání jedinců odlišných personalit se dříve na lidskou přítomnost habitovali Slow jedinci.

Extrakční typ úlohy, který byl založen na odhalení mechanismu vedoucího k získání potravy, zachycují ve své práci na sýkorách koňadrách Cole et al. (2011), kteří použili průhlednou plastovou trubičku, do níž byli na destičku umístěni jako vysoce preferovaná odměna 4 housenky zavíječe voskového (*Pyralis farinalis*). Destička byla držena zarážkou a sýkory koňadry ji musely odstranit, aby došlo k uvolnění destičky a následnému propadnutí červů do misky umístěné pod trubičkou. U jedinců byl určen typ personality dle exploračního nového prostředí (pokoje). V úloze bylo úspěšných 44 % ptáků. Na úspěšné vytažení zarážky neměl vliv typ personality jedinců, jejich pohlaví, kondice či latence přiblížení k trubičce. V některých sezónách byl zaznamenán vliv věku. Zjištěné rozdíly mezi jedinci autoři zdůvodňují zejména odlišnými individuálními inovativními schopnostmi při řešení problémů.

Fast a Slow jedinci se liší ve svých dovednostech při řešení různých typů úloh. Ve většině prací jsou úspěšnější Fast jedinci (asociační učení, prostorové úlohy). Lepší výsledky dosažené Fast jedinci mohou být interpretovány tak, že se Fast jedinci lépe učí takové typy úloh, ale také to může být způsobeno designem pokusů. Fast jedinci jsou méně bázliví, dokážou se dříve zorientovat v prostředí a dříve zahájí samotné řešení úlohy. Větší úspěšnost Slow jedinců byla zjištěna například v averzivním učení (Exnerová et al., 2010; Budaev a Zhuikow, 1998 ex Budaev a Zworykin, 2002). V některých typech úloh (extrakční) se Fast a Slow jedinci nelišili (Cole et al., 2011).

### 3.4.2 Sociální učení a zkušenost

Na formování chování jedince se podílí řada faktorů. Značně ovlivnit ho mohou informace, které získává od ostatních jedinců. Tyto informace mohou pozměnit například jeho potravní chování, využití prostoru či přístup k neznámým předmětům. Pozorováním jiných jedinců získává cenné zkušenosti, vyhodnocuje okolní prostředí a učí se od nich. Chování však může ovlivnit i samotná přítomnost jiného jedince. Na základě zkušeností pak může jedinec přizpůsobit své chování tak, aby bylo v dané situaci optimální.

Práci zabývajících se sociálním učením u jedinců odlišných perosnalit není mnoho. Mezi jednu z takových patří práce Marcheti a Drenta (2000), kteří v ní ukazují, jak může odlišně ovlivnit přítomnost jiného jedince (tutora) výběr krmítka s potravou u Slow a Fast samců sýkor koňader. Před samotným experimentem probíhal trénink jedinců. Během tréninku byly sýkory nejprve naučeny vyhledávat potravu v různě barevných typech krmítek. V další fázi byla potrava umístěna pouze do zeleného krmítka. Následně byli jedinci testováni sami a v přítomnosti tutora, kterého pozorovali při výběru krmítka přes průhlednou přepážku. Během testu byla krmítka prázdná. Jako tutoři byly vybrány Fast samice, které měly potravu umístěnou pouze v bílém krmítku.

U Slow samců přítomnost tutora neovlivnila výběr krmítka. Samci častěji nenavštěvovali bílé krmítko, z nějž se krmil tutor, ani zelené, ve kterém během tréninku nacházeli potravu. Chovali se stejně jako v případě, že nebyl přítomen tutor. Pokud nenalezli potravu v krmítku, v němž byla umístěna původně, začali dříve prozkoumávat ostatní krmítka. Fast jedinci se chovali odlišně. V případě, že nebyl přítomen demonstrátor, začali projevovat rutinní chování a častěji létali na zelené krmítko, ve kterém dříve našli potravu. Pokud však pozorovali tutora, začali jeho chování napodobovat a častěji pak preferovali bílé krmítko. Fast jedinci tedy dokázali lépe využít poskytované informace o tom, kde se nachází potrava.

Jedinci se na základě svého typu personality liší ve schopnosti využívat informace poskytované jinými jedinci. Důležitou roli také hraje to, zda dokážou rozeznat, že je informace nesprávná. Kurvers et al. (2010) se ve své práci zaměřili na to, zda bernešky bělolící (*Branta leucopsis*) dokážou správně interpretovat informace poskytované demonstrátory a zda jsou na jejich základě schopné nalézt potravu.

Během pokusů sledoval pozorovatel (berneška) dvě dvojice bernešek při krmení ze žlabu. V prvním pokusu jedna z dvojic dostala do žlabu potravu, druhá dvojice měla žlab prázdný. Potrava pro pozorovatele byla umístěna do žlabu na stejné straně jako u demonstrátorů. V druhém pokusu byla potrava u pozorovatele umístěna do opačného žlabu než v části arény u demonstrátorů. Pro jedince se tedy stala informace o poloze potravy získaná pozorováním

demonstrátora chybná. V třetím pokusu ani jedna z dvojic demonstrátorů neobdržela do žlabu potravu a pozorovateli byla umístěna potrava do žlabu náhodně. Pozorovatel tak od demonstrátorů nezískal žádné informace, kde hledat potravu. V každém pokusu bylo v následujících dnech sledováno, který žlab si pozorovatel vybíral a jak dokázal využít získané informace. U jedinců byl určen také typ personality na základě explorační nových objektů.

V prvním pokusu, kdy demonstrátoři poskytovali správné informace o poloze potravy, Slow jedinci častěji navštěvovali žlab, v němž demonstrátoři obdrželi potravu. To poukazuje na fakt, že dokázali lépe využít získané informace od demonstrátorů. V druhém pokusu, kdy informace o poloze potravy nebyla správná, jedinci zpočátku vyhledávali žlab na té straně, kde se krmili demonstrátoři. Bez ohledu na typ personality ale jedinci pochopili, že tento žlab je prázdný, a již ho nevyhledávali. V třetím pokusu nebyli Slow ani Fast jedinci bez předchozí informace schopni správně lokalizovat žlab s potravou.

V prvním pokusu také bylo zjištěno, že Slow bernešky byly ve svém výběru flexibilnější, dokázaly lépe využít informace o poloze potravy, které získaly od demonstrátorů. Fast bernešky častěji navštěvovaly stejný žlab jako v předchozích dnech. Tento výsledek lze interpretovat tak, že u nich došlo k vytvoření rutinního chování. Formování rutinního chování u Fast jedinců bylo zaznamenáno také v pracích Benus et al. (1990), Verbeek et al. (1994), Koolhaas et al. (1999) a Carere et al. (2005).

U předchozí práce lze vidět, jak informace předávaná od tutora, ovlivnila odlišně potravní chování Fast a Slow jedinců. Harcourt et al (2010) se zabývali různými podněty, které by mohly ovlivnit potravní chování u koljušek tříostných (*Gasterosteus aculeatus*). Zkoumali, zda je personalita koljušek korelovaná s individuální schopností nalézt místo s lepším zdrojem potravy, když jsou jedincům poskytnuty různé typy podnětů ze sociálního prostředí. Typ personality byl určen dle individuálního stupně smělosti, který byl vyhodnocen jako množství času, které jedinci strávili pohybem po akváriu mimo úkryt. Jako zkoumané podněty byly zvoleny sociální podněty („social cue“), lokální posílení, („local enhancement“) a veřejné informace („public information“). První podnět, „social cue“ byl hodnocen podle toho, zda jedinci preferovali populárnější či méně populární místa, která se určovala dle dřívější přítomnosti malého či velkého hejna ryb (demonstrátorů). „Local enhancement“ představoval výběr mezi místem, kde se krmilo hejno a místem, kde bylo stejně velké hejno, ale nekrmilo se. Třetí podnět vypovídal o preferenci pro místa, kde byli jedinci krmeni častěji či méně často.

Výsledky prokázaly, že reakce jedinců byly ovlivněny prvními dvěma faktory, „social cue“ a „local enhancement“ a že se koljušky nebyly schopny řídit pomocí podnětu „public



information“. Dále se ukázalo, že typ personality neměl vliv na to, jak jedinci na tyto různé podněty reagovali. Fast i Slow koljušky strávily více času poblíž „lepších“ oblastí (oblasti, kde předtím pozorovaly větší hejno demonstrátorů než v oblasti s menším počtem jedinců a v oblasti, kde se krmilo hejno než v oblasti, kde se stejně velké hejno nekrmilo). Překvapivě opačně dle původního předpokladu, byla u Slow jedinců zjištěna větší variabilita při řešení této úlohy. Někteří jedinci si vybrali místo okamžitě, jiní se dlouho rozhodovali, než na něj vstoupili.

Nomakuchi et al. (2009) se ve své práci zabývali vztahem mezi personalitou a schopností následovat jiného jedince stejného druhu v labyrintu u limnické a bentické populace koljušek tříostných (*Gasterosteus auleatus*). Personalita byla určena dle míry explorační neznámého prostředí, akvária s labyrintem. Měřeny byly časy, kdy jedinec proplul jednotlivými sektory a než našel potravu. V další části experimentu byla zkoumána schopnost následovat jiného jedince, demonstrátora, který byl naučený rychle proplout labyrintem pro potravu. Jedinci, kteří byli v exploraci neznámého prostředí aktivnější (Fast), dokázali lépe využít informace od demonstrátorů a vyřešit tak dříve úlohu. Demonstrátoři předávali informace o tom, kudy proplout labyrintem a kde se nacházela potrava. Horší výsledky zjištěné u Slow jedinců mohou souviset s tím, že si déle zvykali na neznámé prostředí a také otáleli se zahájením aktivního chování, například následováním jiného jedince. Fast jedinci dokázali lépe využít sociální informace poskytované demonstrátory.

Jako další získanou zkušenost může představovat pozorování jedinců při přístupu k neznámému předmětu či sledování agonistického chování. Frost et al. (2007) se v první části experimentu zaměřili na to, jak se změnilo chování Fast a Slow pstruhů duhových (*Onchorhynchus mykiss*), kteří pozorovali jiné Fast a Slow pstruhy (demonstrátory), jak přistupovali k novému předmětu. V další části pokusu bylo pozorováno, jak jedince ovlivnil průběh souboje. Výsledky ukázaly, že reakce jedinců se lišily na základě toho, jaké typy personality měli pozorovatel a demonstrátor.

V případě, že aktivnější Fast pstruzi pozorovali Fast demonstrátory při setkání s novým předmětem (různými dílky ze stavebnice Lego), příliš své chování nezměnili a zůstali ve svém přístupu stejně odvážní. Pokud pozorovali Slow pstruhy, kteří přistupovali k novému předmětu pomaleji, sami pak začali být obezřetnější a přistupovali k danému předmětu pomaleji než dříve. U Slow pozorovatelů, kteří sledovali přibližování Slow pstruhů k dílkům Lega, se latence přiblížení zkrátila. Toto zkrácení latence by mohlo být interpretováno jako důsledek vyhodnocení Slow demonstrátorů jako stejně silných či slabších soupeřů. V takovém případě si jedinci mohou dovolit být smělejší a k novému předmětu se přiblížit dříve. Pokud pozorovali Fast demonstrátory, zůstali ve svém chování opatrnější a přibližovali se k dílkům

Lega obezřetně. Je to vysvětlováno tím, že si uvědomili, že Fast demonstrátor je silnější konkurent a v tom případě pro ně bylo výhodnější zůstat opatrnější.

V dalších části pokusu byl sledován průběh soubojů a následně také to, jak na jedince zapůsobilo vítězství či prohra. Vítězství v souboji představovalo pozitivní zkušenost a prohra zkušenost negativní. Vítězství v souboji u Fast jedinců nemělo vliv na jejich přibližování k novému předmětu. Poražení Fast jedinci následně přistupovali k novému předmětu pomaleji. U vítězných i poražených Slow pstruhů se zkrátila latence, s níž se přibližovali k novému předmětu. Nejagresivnější skupinu představovali Fast vítězové následování Slow vítězi. Výsledky naznačují, že Fast jedinci byli ve svém chování více flexibilní. Chování Slow jedinců bylo více fixní, neboť dokázali méně reagovat na chování jiných jedinců. Tato flexibilita v chování může být rozhodující pro jedince žijící a v přírodě, neboť Fast jedincům umožňuje reagovat se na změny podmínek.

Toto zjištění je v protikladu s výsledky Benuse et al. (1990, 1991) a Koolhaase et al. (1999), kteří zjistili, že naopak Slow jedinci u myši domácích (*Mus musculus domesticus*) (Benus et al, 1990) a potkanů (*Rattus norvegicus*) vykazovali plastičtější chování. Větší plasticita v chování byla zjištěna také v práci van Oerse et al. (2005) u Slow samců sýkor koňader, kteří dokázali více reagovat na chování jiných jedinců. Samci a samice sýkor koňader byli vyrušeni při potravním chování. Nejprve byli testováni sami a následně bylo také zkoumáno, zda jejich chování ovlivní přítomnost jiného jedince. Samice reagovaly na přítomnost jiného jedince více než samci, byly opatrnější a k misce s potravou se po vyrušení vracely později, než když byly testovány samy. U samců se reakce lišily v závislosti na typu jejich personality. Fast samci příliš nereagovali na jiného jedince a naměřené latence v obou testech se moc nelišily. Naopak chování Slow samců bylo plastičtější. Pokud nebyl přítomen jiný jedinec, vraceli se k potravě po delší době. V případě, že ale byli testováni s jiným jedincem, chovali se odvážněji a zkrátila se u nich latence, kdy si znovu přiletěli pro potravu.

Chování jedince může být ovlivněno předchozí zkušeností, která může souviset nejen s typem personality jedince, kterého sleduje, ale také s tím, jaký je mezi nimi vzájemný vztah. Stöwe a Kotrschal (2007) sledovali, jak byl ovlivněn přístup Fast a Slow krkavců velkých (*Corvus corax*) k novému objektu, pokud byli jedinci testováni sami a v přítomnosti různých jedinců. Typ personality jedinců byl určen na základě jejich latence přiblížení k různým novým objektům. Pokud byli testováni Fast krkavci sami, přistupovali k novému předmětu dříve, než v případě, že byli testováni ve dvojici s jiným jedincem. Přítomnost jiných jedinců zpomalila jejich přístup k novému objektu, neboť dávali pozor na to, co jejich sourozenci či jiní krkavci dělali. Nelišila se u nich doba, kterou strávili poblíž nového objektu, pokud byli testováni sami či v různě složených dvojicích. Naopak u Slow jedinců byly

naměřeny kratší latence přiblížení a delší doba zkoumání nového předmětu, pokud byli testováni ve dvojici se svým Fast sourozencem. Pokud byli ve dvojici se Slow jedincem, zůstávali poblíž nového předmětu podobně dlouho, jako když byli testováni sami.

Výsledky prací nejsou jednotné. Výsledky většiny prací svědčí pro to, že přítomnost jiného jedince působí na Fast a Slow zvířata odlišně. Důležitou roli hraje často to, jaký typ personality má demonstrátor, jaký je mezi ním pozorovatelem vztah, a v neposlední řadě i podmínky prostředí. Z některých prací vyplývá, že Fast jedinci dokáží lépe reagovat na chování okolních jedinců (Marcheti a Drent, 2000, Frost et al., 2007, Nomakuchi et al., 2010). Jiné práce naopak ukazují, že chování je plastičtější právě u Slow jedinců (van Oers et al., 2005, Kurvers et al. 2010). Schopnost jedinců interpretovat získané informace se mezi jedinci odlišných personalit nemusí lišit (Harcourt et al., 2010).

### **3.5 Korelace mezi kognitivními úlohami**

Korelací mezi kognitivními úlohami se zabývá řada prací. Je v nich porovnávána úspěšnost různě starých jedinců, samců a samic či různých linií při řešení odlišných typů úloh. Jiné práce se zabývají mezidruhovým srovnáním. Cílem této kapitoly není obsáhnout všechny vydané práce, ale spíše poukázat na variabilitu, se kterou se lze setkat při zkoumání vztahů mezi různými kognitivními úlohami.

#### **3.5.1 Vnitrodruhové studie**

Wolff a Hausberger (1995) srovnávaly úspěšnost koní různých věkových skupin, pohlaví a linií v instrumentální a prostorové úloze. Vyhodnocovaly také paměť jedinců a vzájemnou korelaci mezi jednotlivými výsledky. Přestože byli všichni koně chováni za stejných podmínek, byly mezi nimi zjištěny rozdíly v jejich kognitivních dovednostech. Cílem instrumentální úlohy bylo otevřít dřevěnou truhlu, ve které byla ukrytá potrava. V instrumentální úloze nebyl zjištěn vliv věku či pohlaví ve výsledcích dosažených ve skupinách dvouletých a tříletých koní. Výsledky se však lišily u jednoletých jedinců, kdy byly úspěšnější mladé samice. Rozdíly v kognitivních dovednostech mohou souviset také s genetickými predispozicemi. Byly zaznamenány rozdíly mezi jednotlivými liniemi, kdy potomstvo určitého hřebce (hřebce A) se učilo hůře než potomstvo z jiných linií. Všichni koně si zapamatovali, jak otevřít truhlu a nalézt potravu, což se projevilo naměřenou kratší latencí vyřešení úlohy o měsíc později. Nebylo prokázáno, že koně, kteří se úlohu nejsnáze naučili, by byli úspěšnější také v paměťovém testu.

V prostorové úloze museli koně obejít kruhový plot umístěný v aréně, aby našli přístup k potravě. Z výsledků vyplývá, že úspěšnost v prostorové úloze nebyla vázána na věk jedinců,

ale lišila se mezi pohlavími. V úloze se více dařilo samicím. Také zde byl zjištěn rozdíl mezi liniemi, kdy v této úloze bylo nejúspěšnější potomstvo hřebce B. Ne všichni koně byli schopni znovu úlohu vyřešit, pouze 76 % uspělo v paměťovém testu. Ani zde nebyl prokázán vliv věku, ani pohlaví. Nebyla zjištěna korelace mezi výsledky učení a paměťového testu.

Autorky také vyhodnocovaly individuální úspěšnost jedinců v jednotlivých úlohách. Mezi úlohami však nebyla zjištěna korelace. To tedy znamená, že jedinci, kteří byli úspěšnější v instrumentální úloze, nemuseli být úspěšní i v prostorové úloze. Nekorelovaly spolu ani latence naměřené v paměťových testech.

Tyto výsledky se shodují se závěry práce Visser et al. (2003), které ukazují, že na základě výsledků jedné kognitivní úlohy nelze vyhodnocovat obecné schopnosti učení jedince. Ve své práci porovnávali koně v averzivním učení a v úloze, kde byli jedinci za správnou odpověď odměněni. Zaměřili se také na stabilitu výsledků v pozdějším věku. Byla prokázána krátkodobá stabilita (mezi dny) i dlouhodobá (přetestování v pozdějším věku). Nebyla zjištěna korelace mezi výsledky obou testů. Koně, kteří se nebyli schopni naučit averzivní úlohu, nebyli stejní jedinci, jako ti, kteří se nedokázali naučit úlohu, v níž byli odměněni. Z těchto výsledků vyplývá, že na základě vyhodnocení jedné úlohy nebylo možné určit, jak si jedinec povede v úloze druhé. Někteří koně se snáze naučili úlohu, ve které se měli vyhýbat negativnímu podnětu, jiní jedinci byli naopak úspěšnější v úloze, kde byli za správné řešení odměněni.

Pozitivní korelaci mezi kognitivními úlohami u poníků byla zjištěna v práci Haag et al. (1980). První úlohu představovalo bludiště, ve kterém se jedinci museli zorientovat a vybrat si správnou únikovou stranu, na jejímž konci se skrývala potrava. Jako kritérium vyřešení úlohy sloužila latence, než si jedinci vybrali třikrát po sobě správnou stranu. Druhou úlohou bylo averzivní učení („avoidance conditioning“), kdy se jedinci učili vyhýbat se nepodmíněnému podnětu, který představoval šok elektrickým proudem. Jako podmíněný podnět sloužilo spuštění bzučáku. U jedinců byla také určena dominance na základě vzájemných soubojů při krmení. Mezi úlohami byla zjištěna pozitivní korelace. Jedinci, kteří se dříve naučili vyhýbat averzivnímu stimulu (šoku), byli také úspěšnější v bludišti. Nebyl zjištěn vztah mezi postavením jedinců v hierarchii a jejich úspěšností při řešení úloh.

Korelace mezi úspěšností jedinců ve vodním bludišti a averzivním učení naopak nebyla prokázána u potkanů (Robustelli et al., 1963 ex Haag et al., 1980) ani u prasat, kde v averzivním učení představoval podmíněný podnět zvonek telefonu a nepodmíněný podnět, kterému se jedinci měli vyhýbat, byl slabý elektrický šok, který dostávali do končetin (Hammell et al., 1975). Autoři to v případě potkanů vysvětlují tak, že se u jedinců může lišit motivace při řešení úloh a také tím, že obě úlohy kladou odlišné nároky na pozornost jedince.

V případě averzivního učení je to pozornost na akustický signál, v bludišti je kladen důraz na prostorovou orientaci (Robustelli et al., 1963 ex Haag et al., 1980). Rozdílné výsledky mohou souviset s odlišným chováním jednotlivých druhů zvířat či s odlišným uspořádáním pokusu. V těchto pracích byl použit složitější typ bludiště s větším počtem možností na výběr, jedinci navíc museli plavat, takže výsledky úloh mohly být ovlivněny i fyzickým stavem jedinců a jejich plaveckými dovednostmi (Haag et al., 1980).

Heird et al. (1986) prokázali u koní silnou korelaci mezi úlohami stejného typu, u různých typů úloh však byla zjištěna jen slabá korelace.

Výsledky prací zabývajících se korelacemi mezi jednotlivými úlohami nejsou jednotné. V některých pracích byla prokázána korelace mezi různými úlohami, kdy jedinci úspěšní v jedné úloze byli úspěšní i v úloze jiné. Jiné práce naopak ukazují, že mezi úspěšností v různých úlohách nemusí být žádný vztah.

### 3.5.2 Mezidruhové studie

Vztah mezi neofobií a individuálním učení byl testován u odchycených holubů domácích (*Columba livia*) a teritoriálních a skupinově se krmících hrdliček karibských (*Zenaida aurita*). Autoři zjistili pozitivní korelaci mezi neofobií a úspěšností při řešení potravní úlohy. Neofobie byla zjišťována dle ochoty krmit se z neznámé černé krabice, do níž bylo umístěno krmítko s potravou. Ptáci se dle svého přístupu k neznámému předmětu dělili na Fast jedince, kteří se předmětu méně báli a začali krmit dříve, a Slow jedince, kteří k neznámému předmětu přiblížili později. V následující části experimentu bylo do této krabice, z níž už se jedinci byli zvyklí krmit, umístěno zavřené krmítko. Řešení potravní úlohy spočívalo v nalezení mechanismu, jak zavřené krmítko otevřít pomocí kroužku či zásuvky.

Byly zjištěny individuální rozdíly mezi třemi testovanými populacemi. Nejrychleji vyřešili úlohu holubi, následovaly hrdličky krmící se ve skupině a o něco méně úspěšné teritoriálně žijící hrdličky. Hrdličky silněji reagovaly na přítomnost lidí, což lze vysvětlit díky odlišnému prostředí, z něžž byli holubi a hrdličky odchyceni. Jedinci, kteří v první části experimentu přistoupili k novému předmětu a začali se krmit později (Slow jedinci), se také později naučili otevřít krmítko a vyřešit tak potravní úlohu (Seferta et al., 2001).

Rozdíly v učení byly dále zaznamenány mezi různými druhy ptáků, kteří ukládají potravu (sýkory uhelníčky (*Periparus ater*)), a mezi druhy ptáků, kteří neukládají potravu (sýkory koňadry (*Parus major*)). Sýkory koňadry se více vracely na místa, kde předtím viděly potravu, byly také úspěšnější v diskriminačním učení, kdy se učily správně rozlišovat mezi místy, kde předtím našly potravu, a místy, která byla prázdná. Z výsledků vyplývá, že u

druhů, které si dělají zásoby, a u druhů, které si neukládají potravu, se liší prostorová paměť. Zjištěné rozdíly však nebyly velké (Krebs et al., 1989).

Korelaci mezi prostorovou a neprostorovou úlohou u čtyř druhů krkavcovitých ptáků, kteří ukládají zásoby (semena), zkoumali Olson et al. (1995). Bylo prokázáno, že úspěšnost v prostorové úloze souvisela se schopností jedinců ukládat zásoby. Jedinci, kteří v přírodě více ukládají zásob, byli v tomto typu úlohy úspěšnější. Nejlépe se dařilo ořešníkům americkým (*Nucifraga columbiana*), u kterých byl také zjištěn největší hipokampus, část mozku související s prostorovou pamětí. O něco hůře se dařilo sojkám modrým (*Gymnorhinus cyanocephalus*), potom sojkám mexickým (*Aphelocoma ultramarina*) a nejméně úspěšné byly sojky křovinné (*Aphelocoma coerulescens*). Výsledky druhého typu úlohy, kde měli jedinci rozlišovat mezi barvami, na rozdíl od prostorové úlohy, nekorelovaly s ukládáním zásob u jedinců.

Stejně druhy krkavcovitých ptáků byly také testovány v období radiálního bludiště (Kamil et al., 1994). V tomto typu úlohy byly zjištěny stejné výsledky jako v předchozí práci. Druhy, které jsou více závislé na uložených zásobách (ořešníci američtí a sojky modré), byly úspěšnější i v bludišti. Pokud byla porovnávána paměť jedinců po 30-210 minutách, byly zaznamenány stejné rozdíly mezi druhy. Výsledky se však mezi druhy lišily, pokud byly intervaly náhodně střídány. Po 24 hodinovém intervalu byli v úloze úspěšní pouze ořešníci.

Brodbeck (1994) porovnával paměť a úspěšnost v úloze založené na využívání prostorových a různých lokálních podnětů u ptáků, kteří si dělají zásoby (sýkory černohlavé (*Parus atricapillus*)), s ptáky, kteří neukládají potravu (strnadci zimní (*Junco hyemalis*)). Zjistil, že sýkory i strnadci byli v úloze úspěšní, ale lišili se tím, jak dokázali využít poskytované informace. Pro sýkory, které si v přírodě dělají zásoby, byly nejdůležitější prostorové informace týkající se krmítka. Tyto informace dokázaly nejlépe využít, teprve poté se zaměřily na lokální informace o krmítku (barva či vzor). Naopak strnadci zimní (*Junco hyemalis*), kteří si zásoby netvoří a prostorové informace pro ně nejsou tak podstatné, využívali oba druhy informací stejně.

Sasvári (1979) porovnával ve své práci mezidruhové sociální učení u dospělých sýkor koňader (*Parus major*), sýkor modřinek (*Cyanistes caeruleus*) a sýkor babek (*Poecile palustris*). Jedinci pozorovali stokrát demonstrátora, který byl naučený odkrývat zobákem kus látky, za níž se skrývala díra, ve které byla umístěná potrava, moučný červ. Následně bylo vyhodnocováno, zda a jak rychle se pokusní ptáci naučili získávat potravu pomocí nové metody. Polovina ptáků byla před pokusem trénovaná a byla jim částečně zakrývána miska s potravou, aby se naučili, že musí nejprve sundat pokrývku, aby získali potravu. V úloze byly nejuspěšnější sýkory koňadry. Nejlépe se učili, pokud byl demonstrátor konspecifický

(stejného druhu), ale úlohu se naučily, i v případě, že demonstrátorem byla sýkora modřinka nebo pokud nebyly trénované. Trénovaní jedinci všech druhů sýkor byli úspěšnější než netrénovaní.

V navazující studii se Sasvári v obdobném typu úlohy (1985) zaměřil na porovnání úspěšnosti mezi různě starými jedinci stejných druhů sýkor. V mezidruhovém srovnání byly nejúspěšnější dospělé sýkory koňadry. Lépe se učily od konspecifických než heterospecifických demonstrátorů. Dospělé sýkory modřinky a babky se signifikantně nelišily. Na rozdíl od dospělých jedinců se úspěšnost mláďat ve stáří 4-6 týdnů mezi jednotlivými druhy nelišila. Mláďata sýkor koňader se učila o něco hůře než dospělí ptáci, naopak juvenilní sýkory modřinky a babky byly úspěšnější než dospělí jedinci.

Podobné rozdíly mohou být zjištěny i vnitrodruhově na mezipopulační úrovni. Vliv podmínek prostředí na schopnosti skrývat potravu, paměť a averzivní učení u jedinců stejného druhu žijících na různých místech zkoumali Pravosudov a Clayton (2002). Sýkory z Aljašky dokázaly skrýt více potravy, byly úspěšnější při hledání skryté potravy a také v asociačním učení, kde důležitou úlohu plnila prostorová paměť jedinců (asociační prostorové učení). V dalším typu asociačního učení, které bylo obdobou předchozího učení, ale nebylo prostorové (barevné asociační učení), se jedinci z Aljašky a Colorada nelišili. Bylo zjištěno, že hipokampus sýkor z Aljašky obsahoval více neuronů. Větší uschování potravy u jedinců z Aljašky a lepší paměťové schopnosti souvisí mimo jiné s tím, že jedinci zde žijí v horších podmínkách v nepředvídatelném prostředí. Skrývání potravy je tak pro ně důležitější než pro jedince z nižších zeměpisných šířek s vyrovnanějšími podmínkami.

Úspěšnost jedinců v různých úlohách se liší i mezidruhově. U řady druhů se ukázalo, že v prostorových pracích jsou úspěšnější druhy, které si ukládají zásoby (Olson et al, 1995; Kamil et al., 1994). Úspěšnost jedinců často ovlivňuje prostředí, ze kterého jedinci pocházejí.

## 4 Metodika a materiál

### 4.1 Testování ptáci

#### 4.1.1 Odchovaná mláďata (naivní jedinci)

Mláďata byla vybírána během celé hnízdní sezóny ve věku 14-16 dní (před opuštěním hnízdních budek) v městských lesích v Hradci Králové, v Bohnicích a v lesoparku v Praze na Cibulkách. Z každého hnízda byla vybrána vždy nejvýše 2 mláďata. Mláďata byla následně označena barevnými kroužky pro individuální rozlišení. Nejmladší mláďata byla umístěna do plastových přepravek (menších o rozměrech 18 cm x 11 cm x 11 cm a větších o rozměrech 22,5 cm x 14,5 cm x 15 cm). V plastové přepravce byla pohromadě 2-4 mláďata, která byla chována v umělých hnízdech vytvořených z kusu látky a papírových ubrousků. Ve věku 16-18 dní byla přemístěna do drátěných přepravek (o rozměrech 22,5 cm x 11 cm x 14 cm), kde byla chována 1-2 dny, než si zvykla na otevřený prostor. Poté byla přemístěna do plastových klecí s přední mřížovou stěnou a s výsuvným dnem (asi 40 x 50 x 50 cm.). Na stěnách byly pověšené 2-3 napáječky s vodou a na zemi misky s potravou. V klecích byla mláďata chována pohromadě po čtyřech jedincích. Den před pokusem (testem na nový objekt) bylo každé mládě samostatně odděleno do klece, aby si zde zvyklo.

Mláďata byla zpočátku ručně krmena larvami potměnka moučného (*Tenebrio molitor*) namáčenými ve vodě či obalovanými ve vitamínové směsi Roboran (Unisvit s.r.o.), kaši Handmix (Orlux), vařenými vajíčky a piškoty. Kapátkem jim byla podávána voda. Po dosažení vzletnosti byla v kleci příkrmována vaječnou směsí Oké-bird (Versele-Laga), směsí pro ptáky Uni patee (Orlux), Nutribird (Versele-Laga) a doplňkem potravy Insect patee (Orlux). Do vody byly přidány vitamíny Vitamin plus V (Sera) a Activ plus W (Sera). Světelný režim odpovídal venkovní fotoperiodě, teplota se pohybovala okolo 18-22° C.

Mláďata byla testována ve věku 35-60 dní. Pokusy zahrnující osobitní sadu (dechový test, test na nové prostředí, test na nový objekt, test na novou potravu, test reakce na vyrušení) a učící sadu (extrakční úlohu 1 (trubičku), extrakční úlohu 2 (otáčení papírků), pozitivní diskriminační učení, averzivní diskriminační učení (pouze někteří ptáci), averzivní učení s plošticí (pouze někteří ptáci)) trvaly po dobu 2- 3 dní. Počet testovaných jedinců v jednotlivých úlohách je zobrazen v tabulce 1.

Po skončení pokusů byla mláďata okroužkována (licence vydané Kroužkovací společností Národního muzea č. 876, 1089 a 1096) a v menších skupinkách byla společně vypuštěna do lokality, kde byla vybrána z budek. Vybrání mláďat z hnízd a provádění experimentů bylo možné na základě povolení 29532/2006-30 a ČZU150/99 uděleného ÚKOZ,



10918/2004/ŽP3/Voj a MMKH/10568/2009/ŽP/Han17386 uděleného Odborem životního prostředí magistrátu města Hradce Králové a S-MHMP-043585/2009/OOP-V26/R-8/Pra uděleného Odborem ochrany prostředí magistrátu hlavního města Prahy.

#### **4.1.2 Dospělí ptáci (odchycení jedinci)**

Dospělí ptáci byli odchyceni do nárazových sítí v průběhu let 2009-2011 v období od října do února na několika lokalitách v Praze (v Botanické zahradě PřF UK, v Hlubočepích a v Radotíně). Dospělé sýkory koňadry byly chytány v tomto období, neboť se od konce léta a začátku podzimu sdružují do zimních hejn (Cramp a Perrins, 1993). Do pokusů byli zahrnuti samci i samice, mladí ptáci (do 1 roku) a starší ptáci (starší než 1 rok).

Po odchycení byl každý pták umístěn samostatně do domovské klece o rozměrech (50 cm x 40 cm x 40 cm). Přední stěna klece byla tvořena mříží, zbytek klece byl plastový. Dno klece bylo výsuvné a bylo pokryto filtračním papírem. Zde si ptáci dva dny před pokusováním zvykali na umístění v kleci a na podávanou potravu. V kleci byly na zemi dvě misky s moučnými a slunečnicovými semeny a na mřížích 2 napáječky s vodou. Ptáci měli po celý den přístup k potravě i k vodě. Dospělí ptáci byli stejně jako mláďata příkrmováni vaječnou směsí Oké-bird (Versele-Laga), směsí pro ptáky Uni patee (Orlux), Nutribird (Versele-Laga) a doplňkem potravy Insect patee (Orlux). Voda byla obohacena o vitamíny Vitamin plus V (Sera) a Activ plus W (Sera). Světelný režim odpovídal venkovní fotoperiodě, teplota se pohybovala okolo 18-22° C.

Každý pták byl testován po dobu 3 dní. Pokusy zahrnovaly osobnostní sadu (dechový test, test na nové prostředí, test na nový objekt, test na novou potravu a test reakce na vyrušení) a učicí sadu (extrakční úlohu 1 (trubičku), extrakční úlohu 2 (otáčení papírků), pozitivní diskriminační učení a averzivní diskriminační učení). Přehled testovaných dospělců je uveden v tabulce 1.

Poté byli ptáci okroužkováni (licence vydané Kroužkovací společností Národního muzea č. 876, 1089 a 1096), byl určen jejich věk a byli vypuštěni do volné přírody v lokalitě odchyty. Odchyt ptáků a experimenty byly prováděny na základě povolení 29532/2006-30 a ČZU150/99 uděleného ÚKOZ a MHMP-154521/2004/OZP-V-1190/R-9/05/Pra a MHMP-154521/04/OOP-V-25/R-40/09/Pra uděleného Odborem životního prostředí a magistrátu hlavního města Prahy.

VEK ÚLOHA	Personalitní sada	Extrakční úloha 1 (trubička)	Extrakční úloha 2 (otáčení papírků)	Pozitivní diskriminační učení	Averzivní diskriminační učení	Averzivní učení s plošticí
DOSPĚLCI	47	47	47	47	47	0
MLÁĎATA	40	40	40	40	13	40 *

**Tab. 1** Celkové počty jedinců použitých v jednotlivých testech

\*Data od 22 jedinců pro averzivnímu učení s plošticí byla zapůjčena od Mgr. Lucie Fuchsové

## 4.2 Ploštice

Ruměnice *Pyrrhocoris apterus* byly sbírány na konci léta a na podzim v Botanické zahradě PřF UK. Byly chovány v plastových přepravkách a krmeny semeny lípy srdčité (*Tilia cordata*), voda ad libitum. Během zimních měsíců byly umístěny do temperovaných boxů při teplotě 18-24°C a při světelném režimu L18:D6.

## 4.3 Použité klece

Dospělí ptáci i mláďata byli testováni ve dvou typech klecí – v pokusné kleci a v kleci domovské. Dřevěná pokusná klec (viz Obr. 2) měla krychlový tvar o stranách délky 71 cm. Boční stěny, strop a zadní stěna byly opatřeny pletivem. V zadní stěně byla umístěna dvířka, kterými byl pták vpouštěn do klece. Přední stěna byla tvořena z jednostranně průhledného skla. Dno klece bylo dřevěné. Uprostřed klece bylo mezi bočními stěnami umístěno bidýlko (větev) ve vzdálenosti 20-30 cm od karuselu. Klec obsahovala dřevěný otočný karusel umístěný v přední části klece. V karuselu se nacházelo šest kruhových otvorů o průměru 6 cm. Do těchto otvorů lze umístit misky s nabízenou potravou. Na spodu klece byly položeny filtrační papíry. V rohu klece byla umístěna miska s vodou. Zevnitř klece doprostřed stropníhopletiva byla umístěna plastová trubička upevněná na hliníkové tyči. Plastová trubička zasahovala asi 5 cm nad bidýlko. Klec byla osvětlena pomocí dvou zářivek, které simulovaly denní světlo (Biolux Combi 18W, Osram). V této kleci byla testována celá učicí sada a mimo testu reakce na nový objekt i celá personalitní sada.



**Obr. 2** Pokusná klec

Druhým typem klece, v níž byli jedinci po celou dobu výzkumu po jednom chováni a ve které byl prováděn test reakce na nový objekt z explorační sady, byla klec domovská (viz Obr. 3). Tato klec měla tvar kvádra o rozměrech (50 cm x 40 cm x 40 cm). Přední stěna byla tvořena mříží, která obsahovala výsuvná dvířka, boční stěny, strop a výsuvné dno klece byly plastové. V kleci byla umístěna dvě horní bidýlka (mezi horní polovinou mříže a zadní stěnou) a jedno spodní bidlo (mezi dolní polovinou mříže a zadní stěnou). Na mříži byly upevněny dvě napáječky s vodou. Dno klece bylo pokryto filtračním papírem a na zemi byly uprostřed klece umístěny dvě misky s potravou. Pro osvětlení byl použit stejný typ zářivek jako u pokusné klece.



**Obr. 3** Domovská klec

## 4.4 Pořadí testů

Testovány byly dvě skupiny ptáků, skupina odchovaných naivních mládřat a skupina odchycených dospělých ptáků. Mládřata byla testována ve věku 35-60 dní. Sada pokusů byla rozdělena do 3 dnů u dospělých ptáků a do 2-3 dnů u mládřat. První den byla u mládřat i dospělých ptáků testována personalitní sada, která zahrnovala dechový test (*Breath test*), test na reakce nové prostředí (*Novel environment test*), test reakce na vyrušení (*Startle reaction*) a test reakce na novou potravu (*Novel food test*). Po personalitní sadě byla zařazena extrakční úloha 1 (trubička), první úloha z učicí sady. U některých mládřat bylo následně zařazeno averzivní učení s plošticí.

Druhý den byla dokončena personalitní sada posledním testem, testem reakce na nový objekt (*Novel object test*) sloužícímu k vyhodnocení personality. U skupiny mládřat, u kterých bylo testováno averzivní učení s plošticí, následoval paměťový test s plošticí. U dospělých jedinců i mládřat následovaly další úlohy z učicí sady, extrakční úloha 2 (otáčení papírků) a pozitivní diskriminační učení.

Třetí den byla u dospělců a některých mládřat dokončena učicí sada averzivní diskriminační úlohou.

## 4.5 Sada personalitních testů

### 4.5.1 Dechový test (*Breath test*)

Fast a Slow jedinci se liší svojí odpovědí na stres a v hodnotách fyziologických parametrů s tím souvisejících. U Slow sýkor koňader byla naměřena vyšší tělesná teplota a dechová frekvence. Dechová frekvence byla měřena jako počet dechů za 1 minutu (Carere a van Oers 2004).

Metodika pro náš pokus vychází z práce Fučíkové et al. (2009), kde byla dechová frekvence u 14ti-denních mládřat měřena po dobu 1 minuty, která byla rozdělena do čtyř úseků po 15 sekundách. Dech měřili pomocí „isolation testu“ před a po 15 minutové izolaci ptáčete. V našem případě byla dechová frekvence měřena dvakrát po dobu 15 sekund. Dech byl měřen před vpuštěním ptáka do pokusné klece, tedy před personalitní sadou, a následně také po ukončení těchto pokusů. Aby se zamezilo možnému ovlivnění počtu dechů v důsledku vzniklého stresu z odchytávání z domovské a pokusné klece, byl pták na 5 minut před měřeními umístěn do látkového pytlíku. Při měření by jedinec držen v ruce (viz Obr. 4) tak, že byl položen na záda a pomocí prstů byl jemně fixován (hlava mu byla fixována pomocí palce a ukazováčku a tělo a nohy pomocí zbylých prstů.) S pomocí stopky (časovače) mu byla změřena dechová frekvence.



**Obr. 4** Pozice, v níž je držena sýkora při měření dechové frekvence (Fučíková et al., 2009)

#### **4.5.2 Test reakce na nové prostředí (*Novel environment test*)**

V testu reakce na nové prostředí (v testu na nové prostředí) se zaznamenává míra exploračního chování (hodnocena pomocí předem definovaných prvků chování) jedince, který je umístěn do pro něj neznámého prostředí. Tento typ pokusu vychází z Hallova „open-field testu“ (Hall, 1934 ex Gosling 2001). Experiment byl navržen tak, že pokusná zvířata (potkani a myši) byla umístěna do otevřeného neznámého prostoru a zaznamenávalo se jejich chování. Hodnotily se zejména míra aktivity a defekace, ze kterých byl následně určen standardní index emocionality.

Metodika pro náš test vychází z práce Verbeek et al. (1994), kde neznámé prostředí pro sýkory koňadry představovala místnost, ve které bylo umístěno pět umělých dřevěných stromů se čtyřmi větvemi. Během deseti minut se zaznamenávalo, jak jedinci trvalo dlouho, než navštívil všech pět stromů (měřeno jako čas, kdy přiletěl na poslední strom), počet stromů, na kterých během pokusu přistál a celkový počet větví, mezi kterými jedinec v rámci každého stromu poskakoval. Hodinu před pokusem byla jedinci odebrána potrava, v novém prostředí byla potrava umístěna na nejbližší strom od místa, kde byl pták vypuštěn.

Podobným design pokusu jako v našem případě byl použit v práci Boogerta et al. (2006) u špačků obecných (*Sturnus vulgaris*), kteří byli vpuštěni na deset minut do voliéry o rozměrech (126 x 54 x 176 cm), která pro ně představovala nové prostředí. Do misky byl jako kořist umístěn moučný červ (*Tenebrio molitor*) a byla měřena latence od začátku pokusu až po začátek manipulace s kořistí.

V našem experimentu byl jedinec umístěn do pro něj neznámého prostředí. Z důvodu limitace prostoru na katedře představovala nové prostředí pokusná klec (viz Obr. 2). Zde byly během 10 minut zaznamenávány jednotlivé prvky chování (viz Tab. 2) do programu Observer XT 8.0. a kontinuálně byl pořízen videozáznam. V pokusné kleci byla v rohu umístěna větší miska s vodou, v níž se jedinec mohl i koupat. Na otočný karusel byl do skleněné misky

umístěný jako kořist jeden moučný červ (*Tenebrio molitor*). Nadále jej budu označovat jen jako červa či kořist. Pro následné vyhodnocení personality bylo rozhodující, zda jedinec manipuloval s červem či ne. Bodové ohodnocení latence manipulace je uvedeno v tabulce 6. Dvě hodiny před samotným pokusem byla jedinci odebrána potrava (voda ad libitum).

Zaznamenávané chování	Místo
Poletuje po kleci	na větvi
Sedí (s určením místa)	na stropě
Šplhá (s určením místa)	na zemi
Klove (s určením místa)	horní polovina stěny
Pozoruje zblízka potravu (s určením místa)	dolní polovina stěny
Pozoruje zdálky potravu (s určením místa)	napáječka
Manipuluje s nabízenou kořistí	karusel
Konzumuje nabízenou kořist	
Opouští kořist	
Ošklíbá se (otřepává se, otírá si zobák)	
Pije, koupe se	

**Tab. 2** Zaznamenávané prvky chování v testu na nové prostředí do programu Observer XT 8.0

#### 4.5.3 Test reakce na vyrušení (*Startle reaction*)

V tomto typu testu se sleduje reakce jedince na vyrušení během potravního chování. Zejména je kladen důraz na to, jak rychle se s vyrušením dokáže jedinec vypořádat, tedy navrátit se k potravnímu chování.

Van Oers et al. (2004a) prováděli test na vyrušení ve stejné místnosti, ve které testovali explorační chování v testu na nové prostředí. Zaznamenávali tři časy. První čas, kdy si jedinec vzal moučného červa z misky. Druhý čas, čas od zkonsumování červa po opětovný přilet na stůl s potravou. Ihned po přiletu byl ale jedinec vyrušen pomocí instalovaného sklápěcího plechového čtverce na dálkové ovládání. Třetí čas (nazvaný *Startle latency*) vypovídal o ochotě daného jedince riskovat. Byl měřen jako doba, která jedinci trvala, než se od vyrušení opět navrátil na stůl a vzal si červa.

V našem případě jsme vycházeli z tohoto testu, ale explorační místnost byla nahrazena pokusnou klecí a sklápěcí mechanismus manipulací s karuselem. Na otočném karuselu byl ve skleněné misce nabídnutý červ. První zaznamenávaný čas představoval latenci manipulace s prvním nabídnutým červem (měřeno od začátku pokusu po začátek manipulace). Po jeho pozření byl sýkoře nabídnutý druhý červ, ale v okamžiku, kdy si ho pták chtěl vzít, byl vyrušen prudkým pohybem karuselu a tento čas byl zaznamenán (druhý čas). Pro

vyhodnocení tohoto testu byl nejdůležitější třetí čas, který byl měřený jako doba, po kterou sýkoře trvalo, než se opět odvážíla přiletět na karusel a zkonzumovat nabízenou potravu.

#### 4.5.4 Test reakce na novou potravu (*Novel food test*)

Tento typ testu se zabývá reakcí jedince na novou potravu. Jako nová potravina může být použita známá potravina neznámé barvy (Heinrich et al., 1995) nebo neznámého pachu.

Test reakce na novou potravu (test na novou potravu) probíhal v pokusné kleci a byl zařazen po testu na nové prostředí. V experimentu byl jedinci předložen na skleněnou misku do karuselu jako nový potravní objekt cvrček (*Acheta domestica*), jemuž byl na dorsální stranu abdomenu nalepen barevný papírový štítek (Fuchsová, 2007). Výrazně růžová barva štítku odpovídala barvě nového předmětu, růžovému zvýrazňovači. Do pokusu byly vybírány larvy cvrčků o délce těla cca 10 mm, které velikostně odpovídaly imágům ruměnice (*Pyrrhocoris apterus*). Cvrčkovi byl odstraněn zadní pár končetin, aby se nepohyboval mimo skleněnou misku. Po dobu pěti minut byly do programu Observer XT 8.0 zaznamenávány jednotlivé prvky chování (viz Tab. 3) a byl pořízen videozáznam. Z vyhodnocovaných prvků byl největší zřetel dáván na latenci, kdy jedinec manipuloval s novou potravou.

Zaznamenávané prvky chování
Exploring - explorační chování, prozkoumávání klece bez vztahu k nabízené potravě
Searching - pozorování, prozkoumávání potravy
Approach - přiblížení se k potravě (na karusel)
Handling - manipulace s potravou
Feeding - konzumování potravy
Leaving - opuštění potravy
Resting – odpočinek, čištění
Grinning - čepýření se, otřepávání
Cleaning bill - čištění, otírání zobáku
Drinking - pití a koupání se

**Tab. 3** Prvky popisující chování zaznamenávané v testu na novou potravu do programu Observer XT 8.0.

#### 4.5.5 Test reakce na nový objekt (*Novel object test*)

Jako druhý test pro vyhodnocení personality byl použit test reakce na nový (nepotravní, neutrální) objekt (test na nový objekt). V tomto typu testu se do pro jedince známého prostředí umístí neznámý objekt a zaznamenávají se jeho reakce. Verbeek et al. (1994) během 2 minutového pokusu zaznamenávali dobu prvního přiletu na bidýlko, u nějž byl nový

předmět umístěn, dále nejbližší vzdálenost, na kterou se jedinec k předmětu přiblížil, a celkový čas strávený v blízkosti nového předmětu. Jako nový předmět použili gumovou figurku růžového pantera a tužkovou baterii. V dalších pracích byly jako nové objekty použity např. rozevřený modro-bílý deštník (Visser et al., 2002), modrá propiska (Fuchsová, 2007), modrý míček, koule a váleček z hliníkové folie, golfový míček, balónek a černá hadice (Heinrich et al., 1995), krabičky, rukavice, boty, hrnečky (Stöwe a Kotrschal, 2007) nebo například malá zelená cuketa, jasně žlutý plastový kelímek nebo dvě hnědé šišky (Miller et al., 2006).

V našem experimentu byl jedinci do domovské klece (do prostředí, na které byl zvyklý) umístěn neznámý předmět, plastový zvýrazňovač růžové barvy (viz Obr. 5). Barva zvýrazňovače odpovídala barvě štítku na cvrčkovi, který byl použit v testu reakce na novou potravu. Výrazně růžová barva nového objektu byla zvolena záměrně taková, s níž se jedinci běžně nesetkávají v přírodě. Zvýrazňovač byl uvázaný na šedém provázku a byl připevněný k jednomu z horních bidýlek na mříž klece. Zároveň byla jedinci ponechána potrava i voda. Během 10 minut se zaznamenávaly jednotlivé prvky chování (viz Tab. 4) kontinuálně do programu Observer XT 8.0 a byl pořízen videozáznam. Pro určení typu personality byla použita latence prvního klovnutí.



**Obr. 5** Nový objekt

<b>Zaznamenávané prvky chování</b>
Nezájem
Pozoruje objekt zblízka (ze vzdálenosti do 10 cm od objektu)
Pozoruje objekt zdaleky (ze vzdálenosti více než 10 cm od objektu)
Klove do objektu

**Tab. 4** Zaznamenávané prvky chování v testu na nový objekt do programu Observer XT 8.0



## 4.6 Učící sada

### 4.6.1 Extrakční úloha 1 (trubička)

Tato úloha je zaměřená na odhalení neznámého mechanismu, který vede k získání potravy. Inspirací pro tuto úlohu bylo video z roku 2009 umístěné na [http://www.youtube.com/watch?v=mK4Z\\_z6jt1g](http://www.youtube.com/watch?v=mK4Z_z6jt1g). V současné době již bylo video z internetových stránek odstraněno a odkaz je nefunkční. Video zobrazovala dospělou sýkoru koňadru, která se pokoušela otevřít průhlednou plastovou trubičku, do které bylo umístěno několik slunečnicových semínek. Semínka od sebe oddělovaly zápalky (kusy špejlí), které plnily funkci zárážek. Sýkora do nich postupně klovala. Po odstranění zárážky jí vždy vypadlo semínko. Podobné uspořádání pokusu použili ve své práci Cole et al. (2011), kteří také použili průhlednou trubičku, do níž byly na destičku umístěny jako vysoce preferovaná odměna 4 housenky zavíječe voskového (*Pyrallis farinalis*). Destička byla držena zárážkou a sýkory koňadry ji musely odstranit, aby došlo k uvolnění destičky a následnému propadnutí červů do misky umístěné pod trubičkou.

Do pokusné klece byla vertikálně umístěna trubička (průhledné plastové brčko o délce 25 cm a průměru 0,8 cm), do níž byly 1 cm od dolního konce vystřihnuté otvory, kterými byla prostrčena zárážka z tvrdého papíru (0,6 x 3 cm). Nad tuto zárážku se umístil moučný červ (*Tenebrio molitor*). Trubička byla připevněná ke stropu a zasahovala 5 cm nad dřevěné bidýlko, které bylo v kleci umístěné. Cílem úlohy bylo získat červa z trubičky, tedy odstranit zárážku.

Po dobu pěti min, jednoho kola, se sledovalo chování jedince a pomocí stopek byl zaznamenáván čas prvního přiblížení k trubičce na hraniční vzdálenost 10 cm, čas vyřešení úlohy a celková latence řešení (čas od prvního přiblížení až po vyřešení úlohy, vytažení zárážky). Dále byly zaznamenávány různé způsoby, kterým ptáci úlohu řešili. Ptáci řešili úlohu tak, že klovali do papírku, tahali papírek, klovali do trubičky, respektive do červa, kterého viděli přes průhlednou trubičku a často tímto klováním posunovali papírek. Další možností bylo klovat do děr, kterými byla prostrčena zárážka, a tím zvětšit otvor, kterými ptáci následně červa vytáhli. Pokud jedinec úlohu vyřešil, odstranil zárážku a získal červa, bylo kolo předčasně ukončeno. Celý pokus sestával z pěti kol. Kontinuálně s pokusem byl pořízen kontrolní videozáznam.

#### 4.6.2 Extrakční úloha 2 (otáčení papírků)

Extrakční úloha 2 (otáčení papírků) předcházela pozitivnímu diskriminačnímu učení a averzivnímu diskriminačnímu učení. Cílem této úlohy bylo naučit ptáky manipulovat s papírkem (otáčet je a odtrhnout z nich červa) a také porovnat, jak dlouho jim vyřešení úlohy trvalo (celkový počet kol před dosažením kritéria naučení). Tato úloha byla také použita pro vyhodnocení neofobie.

Dvě hodiny před samotným pokusem byla ptákům odebrána potrava. Nejprve byl jedincům na průhlednou skleněnou misku na otočný karusel předložený samotný červ a změřila se latence, kdy pták s červem manipuloval (od začátku pokusu do začátku manipulace), aby byla ověřená potravní motivace. V následujícím předložení byl do misky umístěn zabíjí červ nalepený lepidlem na papír značky Donau (na šedý papírek velikosti 1 x 1 cm vytištěný na laserové tiskárně). Toto lepidlo je netoxické a neparfemované. Je vyzkoušené, že požití takového typu lepidla nezpůsobuje ptákům žádné obtíže (Johansen et al., 2010). Opět se změřila latence, kdy pták s papírkem manipuloval. Tento čas byl použit pro nezávislé vyhodnocení neofobie, neboť papírek s nalepeným červem představoval známou potravu na neznámém objektu (novou potravu 2).

Pokud pták papírek neodmítnul, v následujícím kole mu byl nabídnutý papírek se zakrytým červem (otočený červem dolů), ale částečně z pod něj bylo viditelných asi 10% z těla červa. Tento krok byl zařazen proto, aby se pták naučil spojit si červa s papírkem. Opět se změřila latence, kdy s papírkem manipuloval. Pokud pták nejevil o papírek zájem a nemanipuloval s ním, byl mu nabídnut papírek s viditelným červem jako v předchozím předložení (kole). Tento krok byl opakován tak dlouho, dokud si nevzal papírek s částečně viditelným červem. Zaznamenávali jsme počet jednotlivých kol.

Pokus pokračoval předložením papírku se zakrytým červem (červ je na papírku otočený směrem dolů a není pro ptáka viditelný). V případě, že si pták takový papírek odnesl a odtrhl červa, předložili jsme mu ještě další dva papírky se zakrytým červem. Jako kritérium naučení této úlohy se počítalo to, že pták otočil tři papírky se zakrytým červem. Pokud pták neotočil první papírek, na karusel se mu předložil papírek, s částečně viditelným červem. Tento postup se opakoval, dokud pták nezačal otáčet papírky se zakrytým červem a odtrhávat z nich červy. Pro vyhodnocení úlohy byl použit celkový počet kol (předložených papírků), než jedinec dosáhl kritéria naučení úlohy, tedy otočil tři papírky se zakrytým červem.

### 4.6.3 Pozitivní diskriminační učení ( $S^+/S^0$ )

Cílem této diskriminační úlohy bylo naučit jedince rozlišovat mezi pozitivním podnětem a podnětem neutrálním. Pozitivní podnět představoval žlutý papírek o velikosti 1 x 1 cm (vystřížený ze sady barevných papírů), na němž byl lepidlem značky Donau nalepený usmrcený červ. Neutrální podnět reprezentoval zelený papírek o stejné velikosti, pod kterým byla nalepená slupka od slunečnicového semínka. Podobné uspořádání pokusu, kdy se kuřata učila rozlišovat mezi barevnými papírovými čepičkami s potravou (pozitivní podnět) a čepičkami bez odměny (neutrální podnět) testovali Osorio et al. (1999) či Rowe et al. (2002).

Nejprve byl jedinci na průhlednou skleněnou misku na otočný karusel předložený samotný červ a změřila se latence, kdy s červem manipuluje, aby byla ověřená potravní motivace. Následoval preferenční test, v němž se ve dvou kolech zjišťovalo, zda mají ptáci preferenci pro určitou barvu. Na karusel se do misky vedle sebe umístily žlutý i zelený papírek a pod oběma se skrýval nalepený zabítý červ, aby si pták nespojoval žádnou barvu s odměnou. Papírky byly položeny potravou směrem dolů (zakryté), takže pták neviděl, co se pod nimi skrývá. Zaznamenával se jednak dotyk prvního papírku a latence doteku, a kterého se dotkl jako druhého a latence tohoto doteku (měřená od ukončení konzumace předchozího červa). Pták měl pět minut (doba trvání 1 kola) na to, aby otočil oba dva papírky. Pokud je otočil, kolo se předčasně ukončilo. Stejný postup byl ještě jednou zopakován, ale pozice papírků byla zaměněna.

Po ověření barevné preference následovala fáze samotného učení (učicí sekvence). Tato fáze byla rozdělena do pěti kol, každé trvalo maximálně pět minut. Do misky na karusel byly vedle sebe opět umístěny žlutý a zelený papírek, ale od preferenčních kol se tato předložení lišila tím, co se pod papírkami skrývalo. Pod žlutým papírkem zůstal nalepený červ a představoval tak pozitivní podnět, pod zeleným se nacházela slupka od slunečnicového semínka a reprezentoval neutrální podnět. Jedinec během každého kola získával zkušenost s oběma barvami. Pokud otočil oba papírky, kolo se předčasně ukončilo. Zaznamenávala se latence a pořadí, v jakém si jedinec vzal papírky.

Po fázi učení následovala 20 minutová pauza. V závěrečné fázi pozitivního diskriminačního učení bylo jedinci celkem v 15 kolech předloženo na výběr mezi žlutým papírkem s červem a zeleným papírkem se slupkou od slunečnicového semínka. Pokud si do dvou minut nevybral žádný papírek, oba mu byly odebrány a toto kolo nebylo do 15 kol předložení počítáno. Jakmile si jeden papírek vybral, karusel s miskou a zbývajícím papírkem se otočil. U ptáka se tak zvyšovala motivace soustředit se na výběr. Po pěti kolech (jedné sérii) byla zařazena pět minutová pauza. Toto uspořádání testu umožňuje vyhodnotit úlohu

jednak podle předem stanoveného kritéria naučení, tak i porovnat úspěšnost jedinců v počáteční a závěrečné části sekvence. Pozice papírků byla střídána.

#### **4.6.4 Averzivní diskriminační učení ( $S^+/S^-$ )**

U mláďat byl nejprve testován stejný typ averzivního diskriminačního učení jako u dospělých ptáků, ale neboť mláďata dosahovala špatných výsledků a úlohu se nenaučila, byl namísto této úlohy zařazen typ averzivního učení s plošticí.

Averzivní diskriminační učení, avšak bez vztahu k personalitě, bylo testováno v práci Hama et al. (2006) u sýkor koňader. Jedinci se učili diskriminovat mezi averzivním podnětem, který představovaly různě barevné papírky, pod nimiž byl nalepen kus ořechu macerovaný v roztoku tvořeném 30 ml vody a 2 ml chlorochin-fosfátu a mezi neutrálním podnětem (barevným papírkem s jedlým kusem ořechu). Byly použity různě barevné papírky (červené, žluté, oranžové a šedé).

V našem experimentu se jedinci učili rozlišovat mezi pozitivním podnětem (bílý papírek s jedlým zabitým červem naspodu) a averzivním (negativním) podnětem (černý papírek se zabitým červem, který byl 30 minut před pokusem zabitý a macerovaný v Bitter sprayi a těsně před podáváním byl vždy ještě postříkaný tímto sprayem. Bitter spray obsahuje jako účinnou látku hořce chutnající denatonium benzoát, tzv. bitrex. O této látce je známo, že je pro ptáky averzivní a netoxická (Skelhorn a Rowe, 2010). Používá se např. pro psy, aby si nevytrhávali chlupy, nebo pro ptáky, aby si nevyškubávali peří. Ptáci by tedy měli být schopni detekovat hořkou chuť (Skelhorn a Rowe, 2010).

Před začátkem samotného pokusu bylo ověřeno, zda si pták pamatuje manipulaci s papírkem z předchozího dne. Byl mu předložen šedý papírek se zakrytým červem. Pokud si otáčení papírků pamatoval, pokračovalo se averzivním diskriminačním učením. V případě, že pták papírek neotočil, předložil se mu papírek s částečně viditelným červem a s předkládáním se pokračovalo až do té doby, než pták otočil papírek se zakrytým červem. Poté následovalo averzivní diskriminační učení.

Následující metodika je shodná s metodikou použitou v předchozím pozitivním diskriminačním učením. Nejprve byla zjištěna barevná preference ve dvou kolech, kdy se pod oběma papírky skrýval zabitý jedlý červ. Následovala pětikolová učící sekvence, během níž jedinci ochutnali oba červi a tím získali zkušenost s oběma barvami. V pěti kolech stačilo, pokud pták hořkého i jedlého červa alespoň jednou ochutnal. Po pauze bylo jedinci v 15 kolech předloženo na výběr ze dvou papírků a nechal se mu otočit pouze ten první a sežrat nebo aspoň ochutnat příslušného červa, druhý mu byl sebrán. Pokud si do dvou minut nevzal

ani jeden papírek, oba mu byly odebrány a toto kolo nebylo zohledněno. Mezi pěticí předložením (jednou sérií) byla vždy pětiminutová pauza. Pozice papírků byla střídána.

#### 4.6.5 Averzivní učení s plošticí

Naivním odchovaným mláďatům sýkor koňader byli předkládáni aposematictí dospělci ruměnice pospolné (*Pyrrhocoris apterus*), s nimiž mláďata neměla předchozí zkušenost. Ruměnice představovala averzivní podnět, kterému se mláďata učila vyhýbat. Tyto ploštice jsou aposematicky červeno-černě zbarvené a jsou navíc chráněny chemickou obranou. Výměšek jejich žláz může obsahovat až 35 chemických složek, hlavně těkavé aldehydy s krátkým řetězcem. Hlavní složkou sekrece dospělců je hexanal (Farine et al., 1992). Jsou tedy pro predátory nechutné (Exnerová et al., 2003 a 2006). Exnerová et al. (2007) ve své práci uvádějí, že sýkory koňadry se musí učit vyhýbat se ruměnicím, neboť se u nich nesetkáme s vrozenou averzí vůči nim. Pokud jedinci ruměnici pozrou, jejich reakcí může být zvracení. To svědčí o tom, že jsou ruměnice pro sýkory nepoživatelné (Exnerová et al., 2003). Tento typ úlohy nebyl testován u dospělých jedinců, neboť ti už mohou mít s plošticemi předchozí zkušenost z přírody. V pracích Exnerové et al. (2003) a Fuchsové (2007) dospělí jedinci většinou odmítli s aposematickou ruměnicí manipulovat nebo manipulovali nanejvýš se dvěma ruměnicemi.

Metodika k této úloze je shodná s metodikou použitou v práci Exnerové et al. (2010). Úloha sestávala ze sekvence po sobě jdoucích kol, kdy se střídalo předkládání kontrolní kořisti (červa) a aposematické ruměnice na misku do otočného karuselu. Sekvence začínala předložením červa, který byl předkládán jako kontrola pro potravní motivaci. V každém kolo trvajícím pět minut se zaznamenávaly jednotlivé prvky chování do programu Observer XT 8.0 (viz Tab. 5) a spolu s tím byl pořízen kontrolní videozáznam. Důraz byl zejména kladen na manipulaci s kořistí a na to, zda jedinec ruměnici zabil a zkonzumoval. Jako kritérium pro úspěšné naučení averze sloužilo to, pokud jedinec odmítl ve třech po sobě následujících kolech manipulovat s plošticí. Pokud tak pták učinil, pokus byl ukončen. Pokud jedinec nemanipuloval v deseti po sobě jdoucích kolech s žádnou předloženou plošticí, byl pokus ukončen a nebyl zahrnut do fáze učení. Nejvyšší počet předložených ruměnic byl třicet (šedesát pokusů celkem). V takovém případě byl pokus ukončen s tím, že se pták úlohu nenaučil. Pro výsledné vyhodnocení sloužil celkový počet ploštic, se kterými jedinec v prvním dni manipuloval a počet ploštic, které jedinec zabil. Pokus probíhal v pokusné kleci.

Zaznamenávané prvky chování
Exploring - explorační chování, prozkoumávání klece bez vztahu k nabízené potravě
Searching - pozorování, prozkoumávání potravy
Approach - přiblížení se k potravě (na karusel)
Handling - manipulace s potravou
Feeding - konzumování potravy
Leaving - opuštění potravy
Grinning - čepýření se, otřepávání
Resting – odpočinek, čištění
Cleaning bill - čištění, otírání zobáku
Drinking - pití a koupání se
Bill - otvírání zobáku před zvracením
Vomiting – zvracení
Out - snaží se dostat ven z klece

**Tab. 5** Zaznamenávané prvky chování v averzivním diskriminačním učení

Následující den byl proveden s jedincem paměťový test, v němž se ověřovalo, zda si jedinec zapamatoval, že se má aposematické nechutné kořisti vyhýbat. Test sestával z deseti kol (5 předložení kontrolní kořisti a 5 předložení ploštic), kdy byla jedincům střídavě nabízena kontrolní kořist a ruměnice. Pro následné vyhodnocení paměťového testu se použilo srovnání prvních pěti předložení z prvního dne s pěti předloženími v následujícím dni.

## 4.7 Statistické zpracování dat

Pro statistické zpracování dat a vyhodnocení výsledků jsme použili program Statistica 8.0. Nulová hypotéza byla zamítnuta při pětiprocentní hladině významnosti.

### 4.7.1 Personalitní sada a určení personality

Určení typu personality jako vyhodnocení exploračního skóre vychází z prací Verbeek et al. (1994), Dingemanse et al. (2002), Carereho (2003) a van Oerese et al. (2003). Personalita jedinců byla vyhodnocena na základě dvou testů z personalitní sady a to z testu na nové prostředí, v němž byla zohledňována latence manipulace s nabídnutým červem, a z testu na nový objekt (latence prvního klovnutí do objektu). Oba testy trvaly shodně deset minut a na základě latencí bylo jedincům z každého testu přiděleno skóre na základě tabulky 6. Jak z tabulky vyplývá, jedinec, který se v novém prostředí dříve zorientoval a manipuloval dříve s červem (měl kratší latenci), obdržel vyšší skóre. Stejně bylo výše obodováno brzké klovnutí do růžového zvýrazňovače. Pokud jedinec nemanipuloval s červem a neklovnul do předmětu, jeho latence dosáhla maximálního času a počet bodů byl 0.

Získané body z obou testů se sečetly. Maximálně mohli jedinci získat 20 bodů, minimálně 0. Jako Slow jedinci byli označeni ptáci, kterým bylo přiřazeno 0-10 bodů, Fast jedinci získali 11-20 bodů.

<b>Latence [min]</b>	do 1	do 2	do 3	do 4	do 5	do 6	do 7	do 8	do 9	do 10	maximální čas
<b>Počet bodů</b>	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

**Tab. 6** Vztah mezi zjištěnou latencí manipulace s červem v novém prostředí a prvním klovnutím do nového objektu a přiřazeným množstvím bodů k určení typu personality.

### PCA analýza

Analýza jednotlivých testů z personalitní sady byla provedena dohromady pro soubornou skupinu mláďat a dospělých jedinců a poté samostatně pro skupinu mláďat a pro skupinu dospělých ptáků. Jako data pro PCA analýzu byly použity analyzované proměnné z jednotlivých testů v rámci personalitní sady: latence manipulace s červem v novém prostředí, latence prvního klovnutí a přiblížení zblízka k novému objektu a také celková doba strávená klováním do tohoto objektu (test na nový objekt), latence manipulace s novou potravou, hodnoty dechové frekvence (měřené jako počet dechu za 15 sekund) před pokusem a po pokusu. Z testu reakce na vyrušení byla použita třetí latence (doba návratu k potravě po vyrušení). Do analýzy byla zahrnutá také latence manipulace s papírkem, na němž byl nalepen červ (nová potrava 2), neboť takový objekt představuje známou potravu v neznámém kontextu a může tak sloužit k posouzení neofobie (extrakční úloha 2 (otáčení papírků)). Jako doplňkové proměnné byly použity u mláďat a dospělých ptáků personalita a u souborné skupiny (tvořené mláďaty a dospělými ptáky) také věková kategorie.

### 4.7.2 Učící sada

Jednotlivé kognitivní úlohy byly vyhodnocovány zvlášť pro mláďata, dospělé jedince a také v rámci souborné skupiny AB, která zahrnovala mláďata (skupina A) a dospělé jedince (skupina B). Byl posuzován vliv personality, věku a jejich interakce.

#### Extrakční úloha 1 (trubička)

Jako závislá proměnná byla zvolena latence řešení úlohy, která byla pro dosažení normality rozdělení zlogaritmována. U dospělých ptáků a souborné skupiny (mláďat a dospělých jedinců) byl dvoucestnou ANOVOU zkoumán vliv věku, personality a jejich

interakce, u mlád'at pak jednocestnou ANOVOU pouze vliv personality. Latence řešení byla určena jako doba od prvního přiblížení k trubičce až po vyřešení. V případě, že jedinec k trubičce přistoupil v prvním kole, ale úlohu nevyřešil, zaznamenal se čas přiblížení. Vyřešení prvního kola a latence však dosáhly hodnoty 300 s, tedy maximálního času. Pokud jedinec úlohu vyřešil například ve třetím kole, latence byla určena jako rozdíl součtu času vyřešení (tedy 300 s v 1.kole + 300 s ve 2.kole + čas vyřešení ve 3.kole) – 1.přiblížení k trubičce. Pokud jedinec úlohu nevyřešil vůbec, jeho celková latence byla 1500 s, tedy dosáhl v pěti kolech vždy maximálního času. Jednocestná ANOVA u mlád'at a dvoucestná ANOVA u dospělých jedinců a souborné skupiny byla také použita k vyhodnocení vlivu personality, věku a jejich interakce na první přiblížení k trubičce.

V úloze bylo dále zkoumáno pomocí Wilcoxonova párového testu, zda se lišily latence řešení mezi prvním a pátým kolem. Tyto výsledky vypovídají o tom, zda u jedinců došlo během pokusu k poučení. Nejprve jsme testovali, zda k poučení došlo u mlád'at a dospělých jedinců, zvlášť pak byli otestováni Fast a Slow jedinci u obou skupin.

### **Extrakční úloha 2 (otáčení papírků)**

V této úloze byl vyhodnocován celkový počet předložených papírků, se kterými jedinec musel manipulovat, než splnil kritérium pro vyřešení úlohy, tedy otočil a odnesl tři papírky se zakrytým červem. Celkový počet papírků představoval závislou proměnnou a testován byl vliv věku a personality a jejich interakce u dospělých ptáků a souborné skupiny, u mlád'at pak pouze vliv personality. Pro vyhodnocení byl použit generalizovaný lineární model (glm ANOVA) s poissonovskou distribucí a logaritmickou link-fukcí.

### **Pozitivní diskriminační učení a averzivní diskriminační učení**

Nejprve jsme u jedinců zjišťovali pomocí Chí-kvadrát testu, zda preferovali konkrétní barvu, tedy zda se výběr lišil od očekávaného poměru 1:1. Testování byli zvlášť dospělí jedinci a mlád'ata a následně také to, zda se preference lišila mezi Fast a Slow jedinci.

Následně jsme použili neparametrický Wilcoxonův signed-rank test k ověření toho zda byl počet správně vybraných papírků v prvních a druhých deseti předloženích u Fast a Slow jedinců vyšší, než by odpovídalo náhodnému výběru.

Úspěšnost jedinců v pozitivním a averzivním diskriminačním učení jsme vyhodnocovali stejným způsobem, a to jako počet správných řešení z 15 předložených (počet správně vybraných odměňovaných papírků) a jako počet kol (předložených papírků) před dosažením kritéria naučení. Jako závislá proměnná byl zvolen v prvním případě počet správných řešení, v druhém případě počet kol před dosažením kritéria naučení. U dospělých jedinců byl



testován vliv věku a personality a jejich vzájemná interakce, u mláďat pak pouze vliv personality. Použili jsme generalizovaný lineární model (glm ANOVA) s poissonovskou distribucí a logaritmickou link-funkcí.

Dále jsme testovali, zda se jedinci v průběhu pokusu poučili. Porovnávali jsme výběr odměňovaných papírků v prvních deseti předloženích (zahrnujících i fázi učení) s druhými deseti papírky pomocí Wilcoxonova párového testu. Nejprve jsme testovali, zda se jedinci poučili bez ohledu na personalitu, následně jsme testovali zvlášť skupinu Fast a Slow. U dospělých ptáků pak navíc zvlášť skupinu 1 (ptáku do jednoho roku) a skupinu 2 (starší ptáci než jeden rok).

### **Averzivní učení s ploštici**

K vyhodnocení vrozené opatrnosti byl použit Chí-kvadrát test, v němž jsme porovnávali počet Fast a Slow jedinců, kteří během prvního dne manipulovali s alespoň jednou ploštici (*Pyrrhocoris apterus*) a alespoň jednu ploštici zabili. Dále jsme pomocí ANOVY porovnávali mezi Fast a Slow jedinci latenci manipulace s první ploštici v rámci učicí sekvence.

Učení nebylo možné vyhodnotit u všech jedinců, neboť dvanáct mláďat v prvním dni s ploštici vůbec nemanipulovalo. U jedinců, kteří s plošticemi manipulovali, jsme pomocí neparametrického Mann-Whitney T testu zjišťovali, zda se mezi Fast a Slow jedinci lišil počet ploštic, se kterými jedinci manipulovali a zda se lišila mortalita ploštic (podíl množství zabitých ploštic z celkového počtu napadených ploštic v prvním dni).

K porovnání počtu manipulovaných a zabitých ploštic u prvních pěti pokusů z učicího testu a pěti pokusů z paměťového testu byl použit Wilcoxonův párový test, který by měl ukázat, jak se mláďata poučila o nepalatabilitě předkládané kořisti.

### **Korelace mezi úlohami**

Vzájemný vztah (korelaci) mezi výsledky jednotlivých úloh jsme testovali pomocí Spearmanova korelačního koeficientu a také pomocí PCA analýzy. Jako testované proměnné jsme u mláďat a dospělých jedinců zvolili celkovou latenci řešení (extrakční úloha 1 (trubička)), celkový počet papírků (extrakční úloha 2 (otáčení papírků)), počet kol před dosažením kritéria naučení a celkový počet správných řešení z 15 předložen (pozitivní diskriminační učení). U mláďat pak navíc celkový počet manipulovaných ploštic v průběhu učicí sekvence (averzivní učení s ploštici) a u dospělých jedinců počet kol před dosažením kritéria naučení a celkový počet správných řešení z 15 předložen (averzivní diskriminační učení).

## 5 Výsledky

### 5.1 Srovnání různých personalitních testů

Pro zobrazení vztahu jednotlivých testů z personalitní sady byla použita PCA analýza. Obrázek 6 zachycuje vztah personality, věku a jednotlivých proměnných u souborné skupiny mlád'at a dospělých ptáků, obrázek 8 vztah personality a jednotlivých testů z personalitní sady u mlád'at a obrázek 10 tentýž vztah u dospělých ptáků. V tabulce 7 jsou pro větší přehlednost uvedeny zkratky jednotlivých proměnných (a jejich stručný popis), které jsou použity v PCA analýze i v grafech.

Zkratky použité v PCA analýze	Popis jednotlivých proměnných
FAST	Typ personality FAST
SLOW	Typ personality SLOW
JUV	Věková kategorie mlád'at
AD	Věková kategorie dospělých ptáků
NE (lat)	Latence manipulace s potravou v novém prostředí
NO klov (lat)	Latence klovnutí do nového objektu
NO db (lat)	Latence přiblížení se k novému objektu
NO klovdur	Celková doba strávená klováním do nového objektu
NCR (lat)	Latence manipulace s novou potravou
Sta 3 (lat)	Latence manipulace s potravou po vyrušení (Startle reakce)
Dech 1	Dechová frekvence naměřená před pokusem
Dech 2	Dechová frekvence naměřená po pokusu
Pap (lat)	Latence manipulace se známou potravou na neznámém předmětu (Otáčení papírků)

**Tab 7.** Zkratky jednotlivých proměnných použitých v PCA analýze a grafech a jejich popis

#### 5.1.1 Vyhodnocení personality u souborné skupiny mlád'at a dospělců

V PCA analýze jsme jako analyzované proměnné použili jednotlivé testy z personalitní sady (viz Tab. 7). Jako doplňkové proměnné pro porovnání mladých a dospělých sýkor jsme použili typ personality jedinců (SLOW či FAST) a věkovou kategorii (mlád'ata (JUV) a dospělci (AD)).

Na obrázku 6 lze vidět, že osa 1 od sebe odděluje věkové kategorie a vysvětluje o něco více variability mezi jedinci, osa 2 odděluje typy personality jedinců. V porovnání mlád'at a dospělých ptáků dle osy 1 lze vidět, že mlád'atům trvalo déle, než začala manipulovat s červem v novém prostředí, ale výrazně dříve než dospělci se přiblížila k novému předmětu.

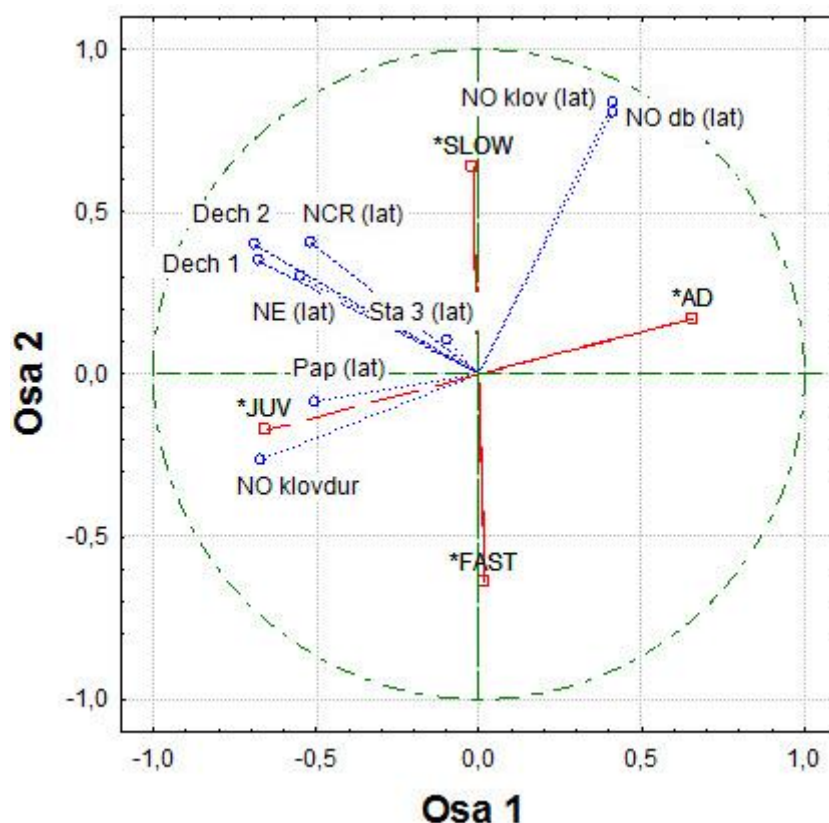
Začala do něj dříve klovat a také strávila celkově delší dobu klováním. Mláďata začala později než dospělci manipulovat s novou potravou (cvrčkem s nalepeným štítkem) i s potravou na neznámém předmětu (s papírkem s nalepeným červem z extrakční úlohy 2 (otáčení papírků)). Byla u nich zjištěna vyšší dechová frekvence než u dospělců. Latence navracení se k potravě po vyrušení se mezi mláďaty a dospělci nelišila.

S typem personality Slow pozitivně korelovala především delší latence přiblížení a prvního klovnutí do nového objektu a dále pak latence manipulace s červem v testu na nové prostředí, latence manipulace s novou potravou a vyšší dechová frekvence. Byla také zjištěna o něco delší latence navracení se k potravě po vyrušení. Startle reakce však nevysvětluje moc variability mezi Fast a Slow jedinci. U Fast jedinců byla zjištěna pozitivní korelace s celkovou dobou strávenou klováním do nového objektu a také s delší latencí přiblížení se k nové potravě 2, známé potravě na neznámém předmětu (červ nalepený na papírku). Přiřazení k typu personality jedinců lépe vysvětluje test na nový objekt než test na nové prostředí.

U Fast jedinců byla zjištěna pozitivní korelace s celkovou dobou strávenou klováním do nového objektu a také s delší latencí přiblížení se k známé potravě na neznámém předmětu (červ nalepený na papírku). Přiřazení k typu personality jedinců lépe vysvětluje test na nový objekt než test na nové prostředí.

Latence přiblížení k novému objektu a latence klovnutí do něj negativně korelovaly s celkovou dobou strávenou klováním do nového objektu a také s latencí manipulace s červem nalepeným na papírku. Pozitivní korelace byla také zjištěna u obou dechových testů, latence manipulace s novou potravou, latence manipulace s červem novém prostředí a slabě také s latencí manipulace s červem po vyrušení (viz Obr.6)

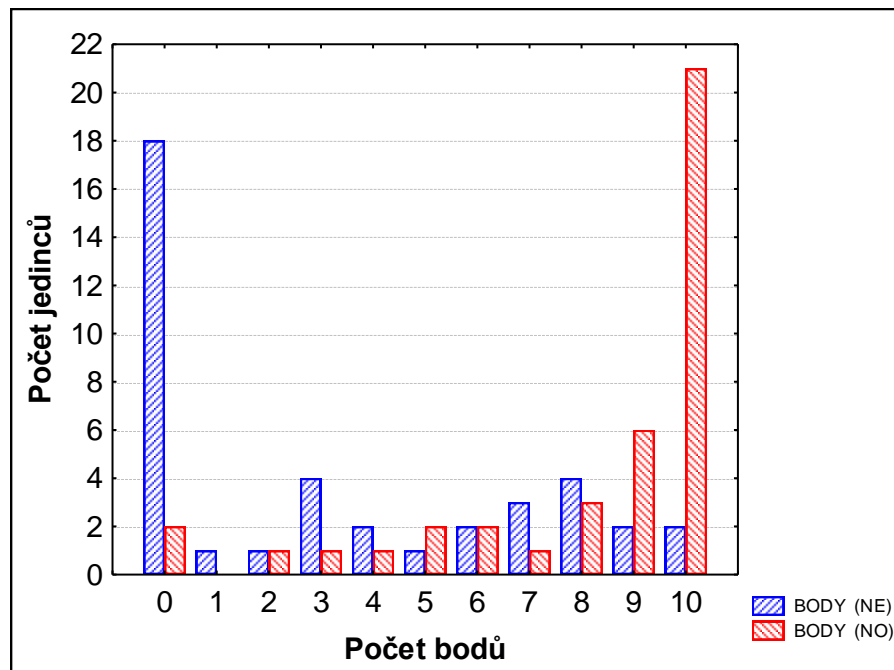
Výsledky jednotlivých úloh z personalitní sady spolu ve většině případů vzájemně korelovaly. Výjimkou byla latence manipulace s červem nalepeným na papírku u mláďat a u dospělých jedinců pak latence manipulace s červem po vyrušení, které nekorelovaly s ostatními testy.



**Obr. 6** PCA analýza vztahu jednotlivých testů z personalitní sady souborné skupiny mláďat a dospělých jedinců. FAST a SLOW (typ personality), NE (lat) – latence manipulace s potravou v novém prostředí, NO klov (lat) - latence klovnutí do nového objektu, NO db (lat) - latence přiblížení se k novému objektu, NO klovdur – jak dlouho klovnutí do objektu trvalo, NCR (lat) - latence manipulace s novou potravou, Sta 3(lat) - latence manipulace s potravou po vyrušení (Startle reakce), Dech 1- počet dechů za 15 sekund (před pokusem), Dech 2 – počet dechu za 15 sekund (po skončení pokusu). **Osa 1 vysvětluje 28,40% variability, osa 2 vysvětluje 21,97% variability**

### 5.1.2 Vyhodnocení personality u mláďat

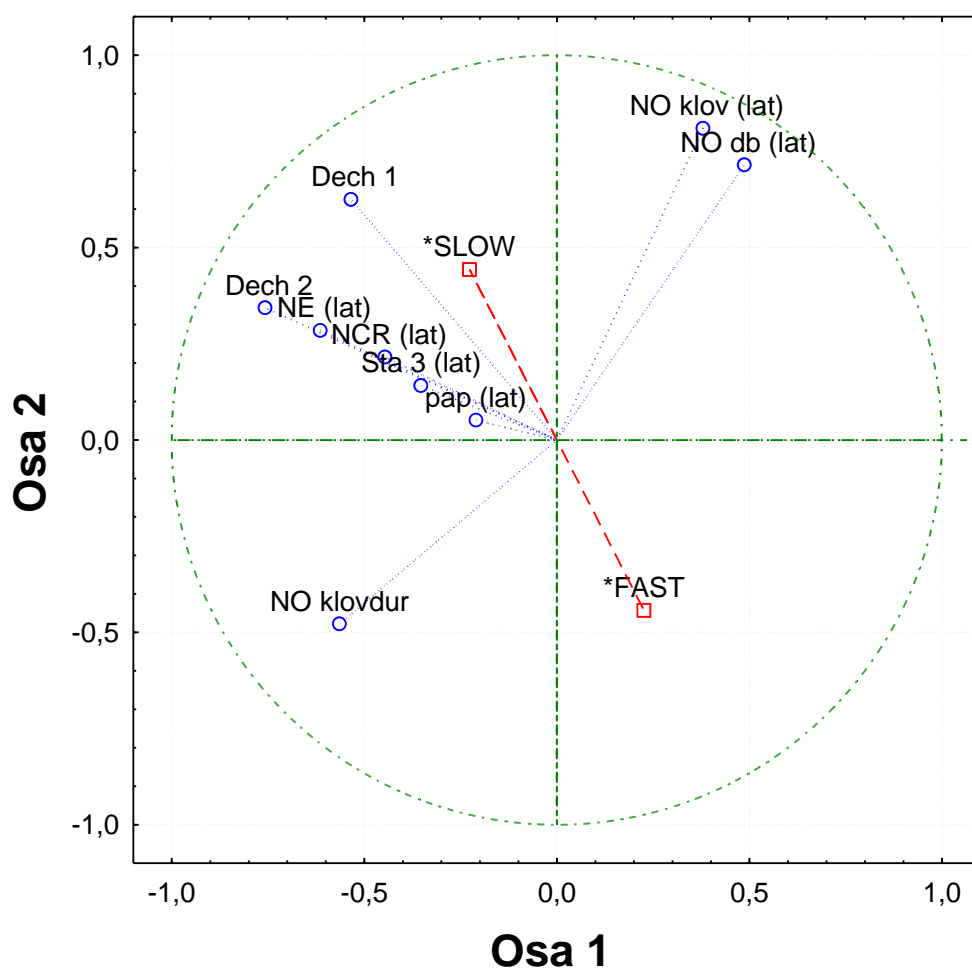
Ze 40 mláďat bylo 20 Fast jedinců a 20 Slow jedinců. O zařazení k typu personality Fast více vypovídal test na nový objekt, v němž 13 jedinců z 20 získalo plný počet bodů, který odpovídal velmi krátké latenci prvního klovnutí do nového objektu. U Slow jedinců naopak o typu personality více vypovídal test na nové prostředí, v němž 18 jedinců získalo minimální počet, tedy vůbec nemanipulovali s červem. Na obrázku 7 jsou uvedeny počty bodů, které jedinci získali při exploraci nového prostředí (NE) a nového objektu (NO).



**Obr. 7** Počty jedinců a počty bodů, kterých dosáhla mláďata při hodnocení explorace ve dvou posuzovaných testech. NE-test na nové prostředí, NO-test na novou potravu

Slow mláďata byla opatrnější než Fast mláďata. Trvalo jim déle, než se přiblížila k nabízené potravě v testu na nové prostředí, k novému objektu v domovské kleci, k nové potravě i k známé potravě nabízené na neznámém předmětu (extrakční úloha 2 (otáčení papírků)). Fast jedinci začali naopak klovat do nového předmětu dříve a strávili klováním do něj více času. O něco dříve se také navraceli k potravě, pokud byli na karuselu vyrušeni (Starle 3). Byl u nich naměřen také nižší počet dechů za 15 sekund (viz Obr. 8)

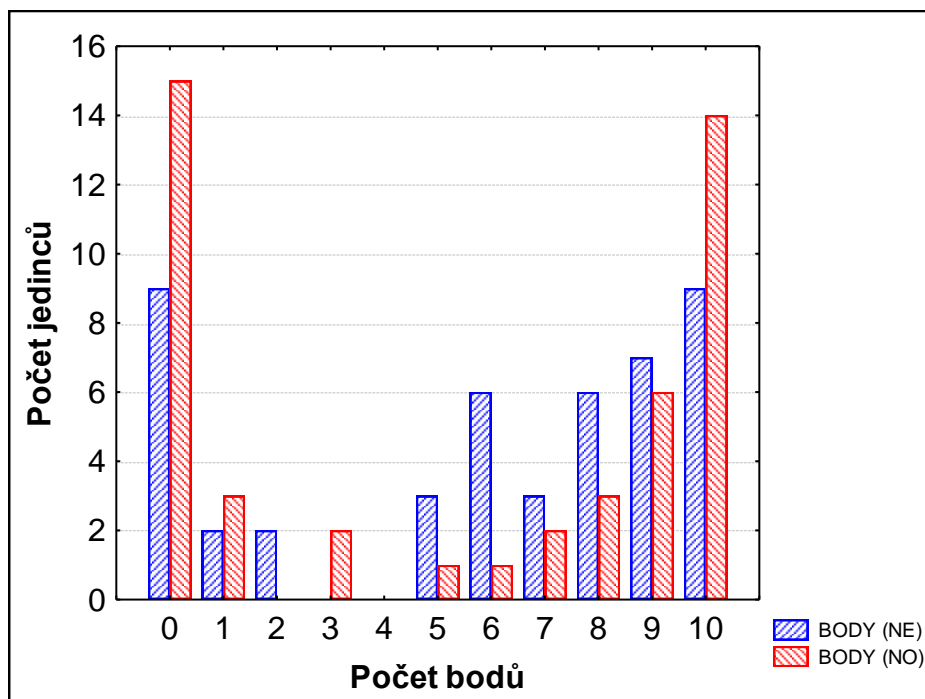
Ve vyhodnocení vztahu mezi jednotlivými tesy, spolu pozitivně korelovaly latence přiblížení k novému objektu a latence klovnutí do něj. Tyto latence negativně korelovaly s celkovou dobou strávenou klováním do nového objektu. Pozitivní korelace byla také zjištěna u obou dechových testů, u latence manipulace s novou potravou, u latence manipulace s červem v novém prostředí, slabě také s latencí manipulace s červem po vyrušení a také s latencí manipulace s červem nalepeným na papírků (extrakční úloha 2 (otáčení papírků)) (viz Obr.8).



**Obr. 8** PCA analýza vztahu jednotlivých testů z osobnostní sady u mláďat. FAST a SLOW (typ personality), NE (lat) – latence manipulace s potravou v novém prostředí, NO klov (lat) - latence klovnutí do nového objektu, NO db (lat) - latence přiblížení se k novému objektu, NO klovdur – jak dlouho klování do objektu trvalo, NCR (lat) - latence manipulace s novou potravou, Sta 3(lat) - latence manipulace s potravou po vyrušení (Startle reakce), Dech 1- Počet dechů za 15 sekund (před pokusem), Dech 2 – Počet dechu za 15 sekund (po skončení pokusu). **Osa 1 vysvětluje 25,60% variability, osa 2 vysvětluje 22,84% variability**

### 5.1.3 Vyhodnocení personality u dospělých ptáků

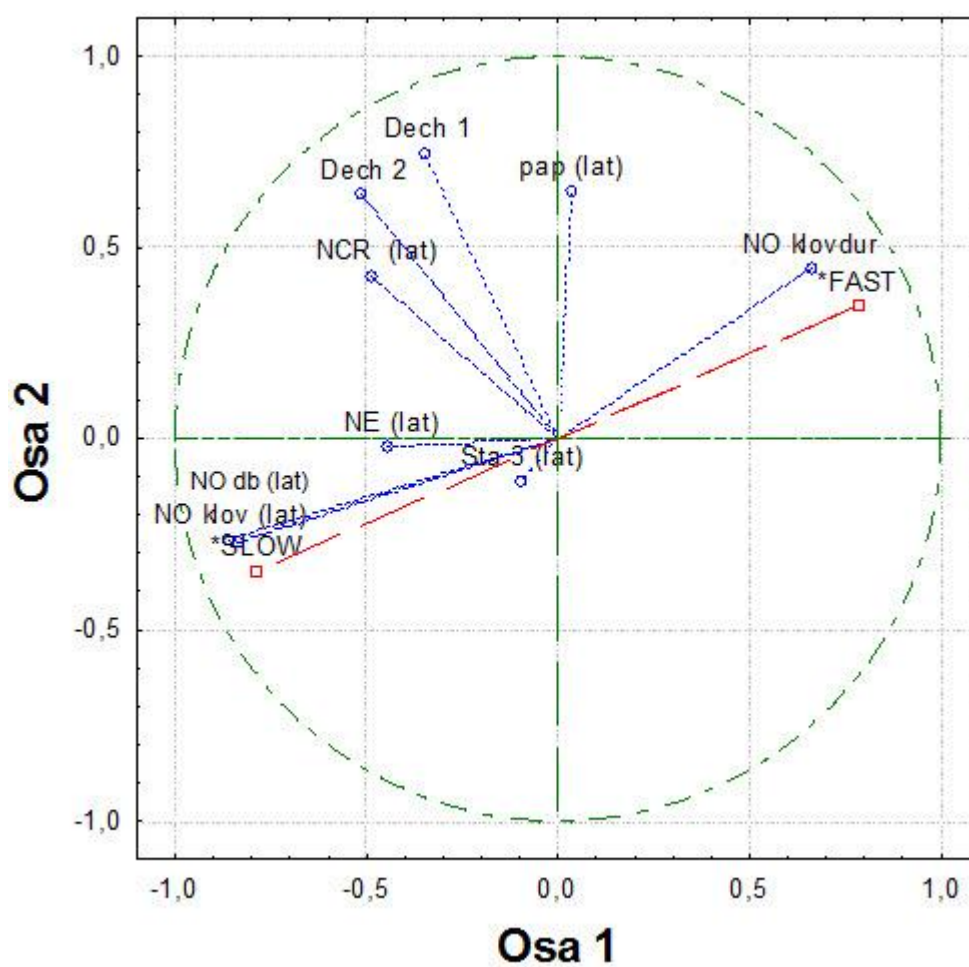
Ze 47 dospělých jedinců bylo 24 Fast jedinců a 23 Slow jedinců. O zařazení k typu personality více vypovídal test na nový objekt. 13 ze 24 Fast jedinců v něm získalo plný počet bodů, který odpovídal velmi krátké latenci prvního klovnutí do nového objektu. Naopak 15 z 23 Slow jedinců obdrželo minimální počet bodů (0), což vypovídá o tom, že do nového předmětu během 10 minut neklovnula. Na obrázku 9 jsou uvedeny počty bodů, které jedinci získali při exploraci nového prostředí (NE) a nového objektu (NO).



**Obr. 9** Počty jedinců a počty bodů, kterých dosáhli dospělí jedinci při hodnocení explorace ve dvou posuzovaných testech. NE-test na nové prostředí, NO-test na novou potravu

Dospělí Slow jedinci si stejně jako Slow mláďata později vzali nabízeného červa v novém prostředí, i se později začali zajímat o nový předmět (přiblížení a klování). Fast jedinci také více klovali do nového objektu a dříve zkusili manipulovat s novou potravou. Stejně jako u Fast mláďat u nich byla naměřena nižší dechová frekvence. Manipulace s červem nalepeným na papírku se mezi Slow a Fast jedinci příliš nelišila (viz Obr. 10)

Latence přiblížení k novému objektu a latence klovnutí do něj negativně korelovaly s celkovou dobou strávenou klováním do nového objektu. Pozitivní korelace byla také zjištěna u obou dechových testů, u latence manipulace s novou potravou, u latence manipulace s červem v novém prostředí a také u latence manipulace s červem nalepeným na papírku. Latence manipulace s červem po vyrušení a také latence manipulace s červem nalepeným na papírku se příliš nelišily mezi Fast a Slow jedinci (viz Obr 10).



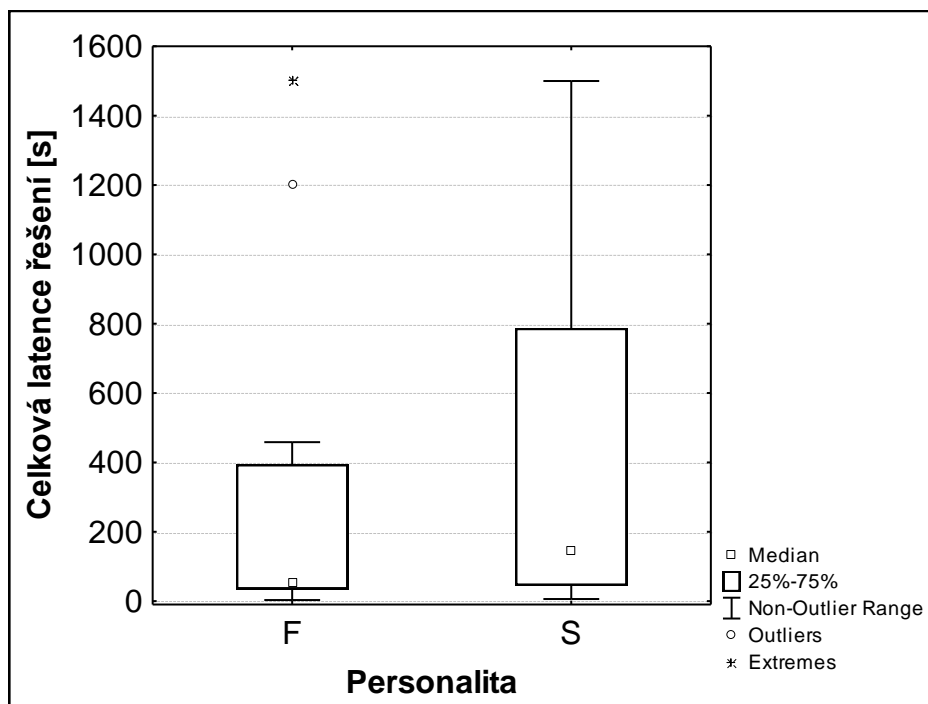
**Obr. 10** PCA analýza vztahu jednotlivých testů z osobnostní sady u dospělých jedinců. FAST a SLOW (typ personality), NE (lat) – latence manipulace s potravou v novém prostředí, NO klov (lat) – latence klovnutí do nového objektu, NO db (lat) – latence přiblížení se k novému objektu, NO klovdur – jak dlouho klování do objektu trvalo, NCR (lat) – latence manipulace s novou potravou, Sta 3(lat) – latence manipulace s potravou po vyrušení (Startle reakce), Dech 1- počet dechů za 15 sekund (před pokusem), Dech 2 – počet dechu za 15 sekund (po skončení pokusu). **Osa 1 vysvětluje 30,14% variability, osa 2 vysvětluje 21,24% variability**

## 5.2 Kognitivní úlohy u mlád'at

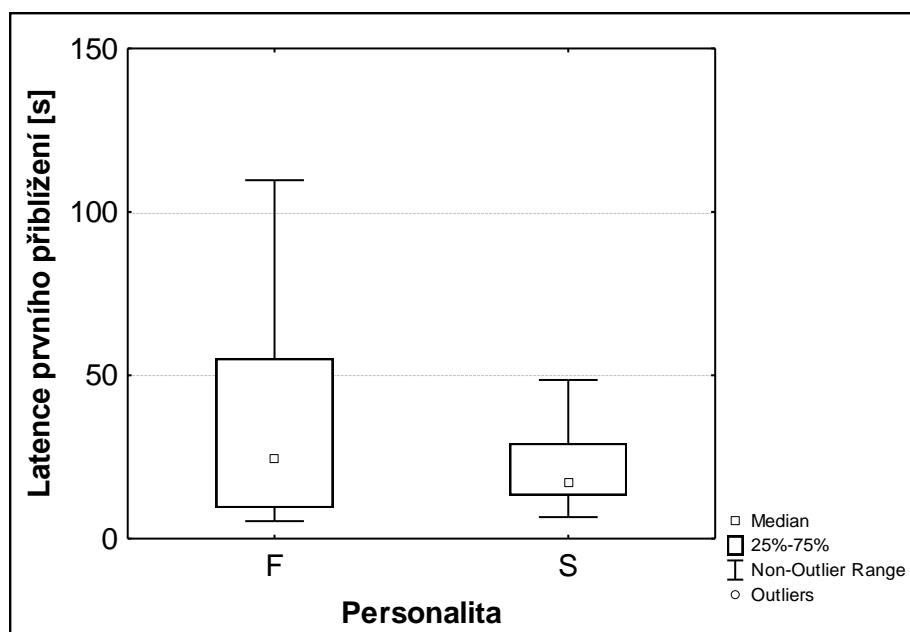
### 5.2.1 Extrakční úloha 1 (trubička)

Fast a Slow mlád'ata se nelišila v celkové latenci vyřešení úlohy, tedy latenci od prvního přiblížení k trubičce po vytažení zarážky (ANOVA:  $F=1,294$ ,  $Df=1$ ,  $p=0,262$ ) (viz Obr. 11). Latence prvního přiblížení k trubičce se mezi Fast a Slow mlád'aty také nelišila (ANOVA:  $F=1,136$ ,  $Df=1$ ,  $p=0,293$ ) (viz Obr. 12).



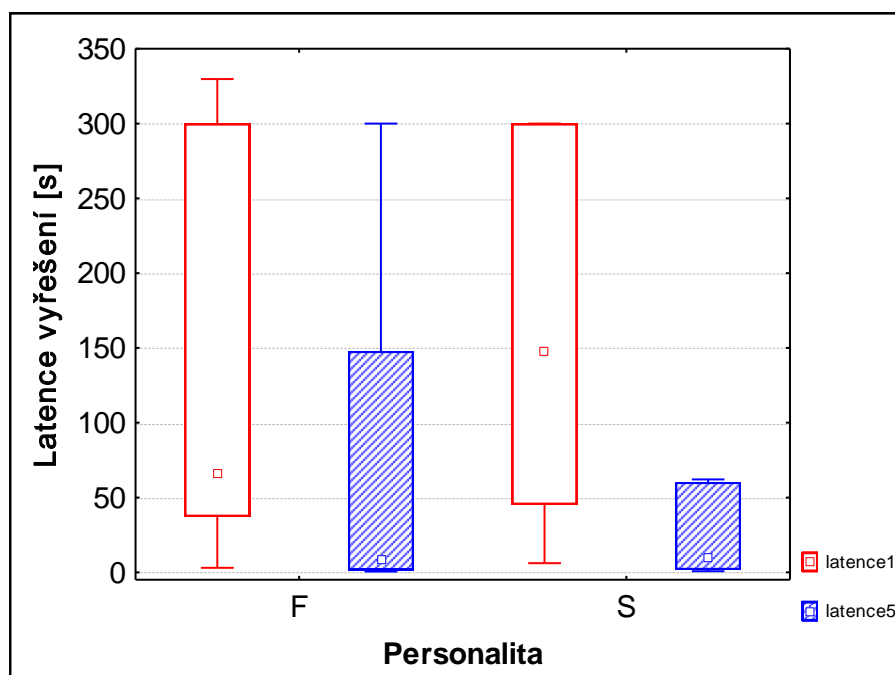


**Obr. 11** Vliv personality na celkovou latenci řešení (měřené od prvního přiblížení k trubičce po vyřešení) extrakční úlohy u mláďat. S-Slow, F-Fast.



**Obr. 12** Vliv personality na latenci prvního přiblížení v extrakční úloze 1 u mláďat. S-Slow, F-Fast.

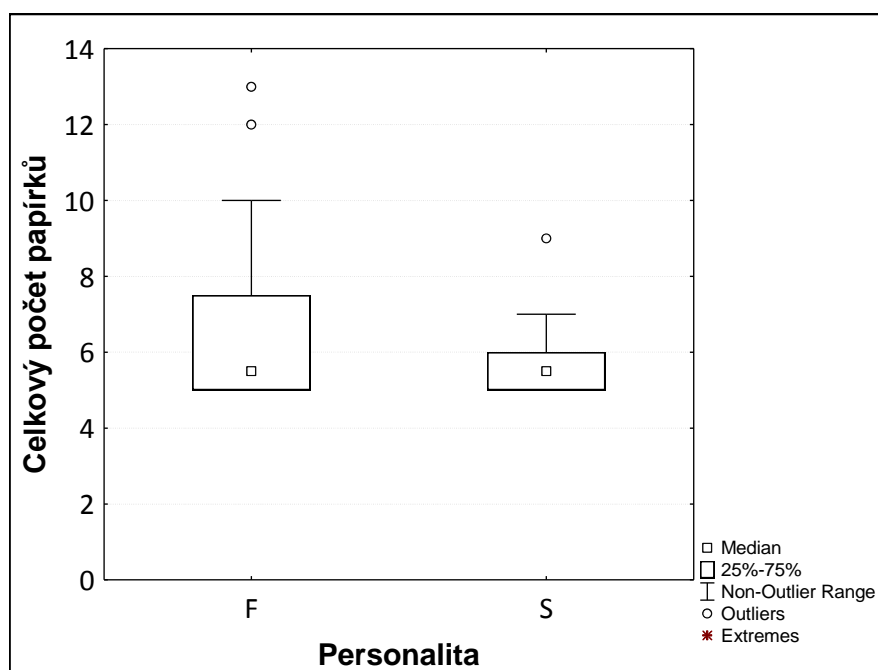
Poučení jedinců bylo vyhodnoceno jako srovnání latence vyřešení v prvním kole a v pátém kole. U jedinců došlo k poučení (Wilcoxonův párový test  $N=40$ ,  $Z=4,144$ ,  $p<0,001$ ). Poučení bylo průkazné i samostatně u Fast i Slow mláďat (Wilcoxonův párový test: Fast:  $N=20$ ,  $Z=2,911$ ,  $p=0,004$ ; Slow:  $N=20$ ,  $Z=2,983$ ,  $p=0,003$ ) (viz Obr. 13). Z obrázku 13 lze vidět, že u Slow jedinců byl zjištěn menší rozptyl v poslední latenci řešení.



**Obr. 13** Vliv personality na poučení jedinců v extrakční úloze 1. Poučení jedinců je hodnocené jako porovnání latence vyřešení úlohy v prvním kole s latencí vyřešení v pátém kole. S-Slow, F-Fast, latence1- latence 1 - vyřešení v 1.kole, latence5- latence vyřešení v 5.kole

### 5.2.2 Extrakční úloha 2 (otáčení papírků)

Slow a Fast ptáčata se nelišila v celkovém počtu předložených papírků, které potřebovala k dosažení kritéria naučení úlohy (glm ANOVA: Wald stat.=1,294, Df=1, p=0,255). Z obrázku 14 lze vidět, že u Slow jedinců byl menší rozptyl v celkovém počtu manipulovaných papírků.



**Obr. 14** Vliv personality na celkový počet papírků, než jedinci dosáhli kritéria naučení u mládřat v extrakční úloze 2 (otáčení papírků). S-Slow, F-Fast

### 5.2.3 Pozitivní diskriminační učení ( $S^+/S^0$ )

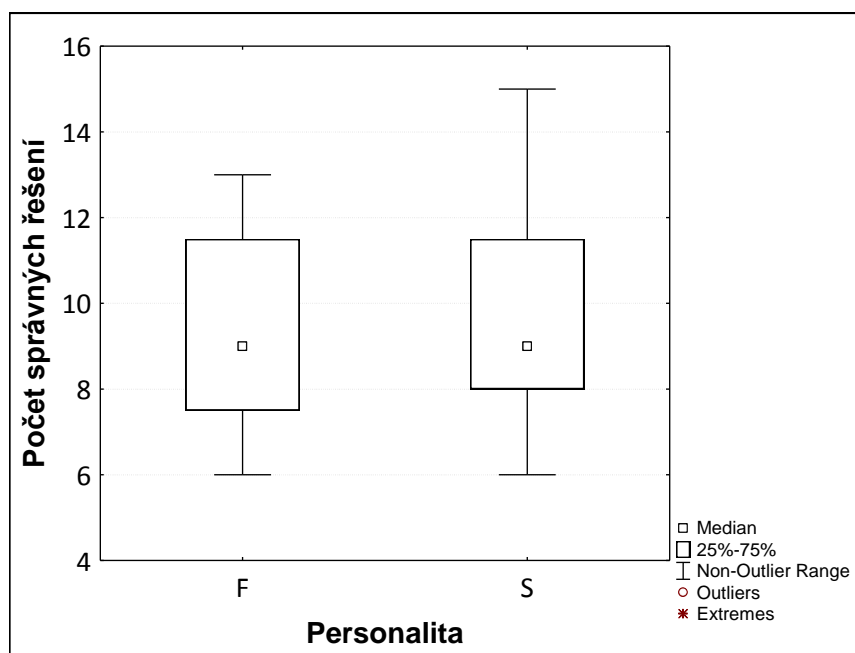
Mládřata se nelišila v preferenci pro určitou barvu (Chí-kvadrát:  $\chi^2 = 0,05$ , Df=1, p=0,823). Polovina ptáků nepreferovala ani jednu barvu, druhá polovina preferovala žlutou a zelenou barvu v poměru 1:1. Preference se nelišila ani mezi Fast a Slow jedinci (Chí-kvadrát:  $\chi^2 = 0,38$ , Df=1, p=0,537) (viz Tab. 8)

PREFERENCE		Celkem	Fast	Slow
ŽLUTÁ	ŽLUTÁ	10	7	3
ZELENÁ	ZELENÁ	9	6	3
BEZ PREFERENCE		21	7	14
ŽLUTÁ	ZELENÁ	9	2	7
ZELENÁ	ŽLUTÁ	12	6	6

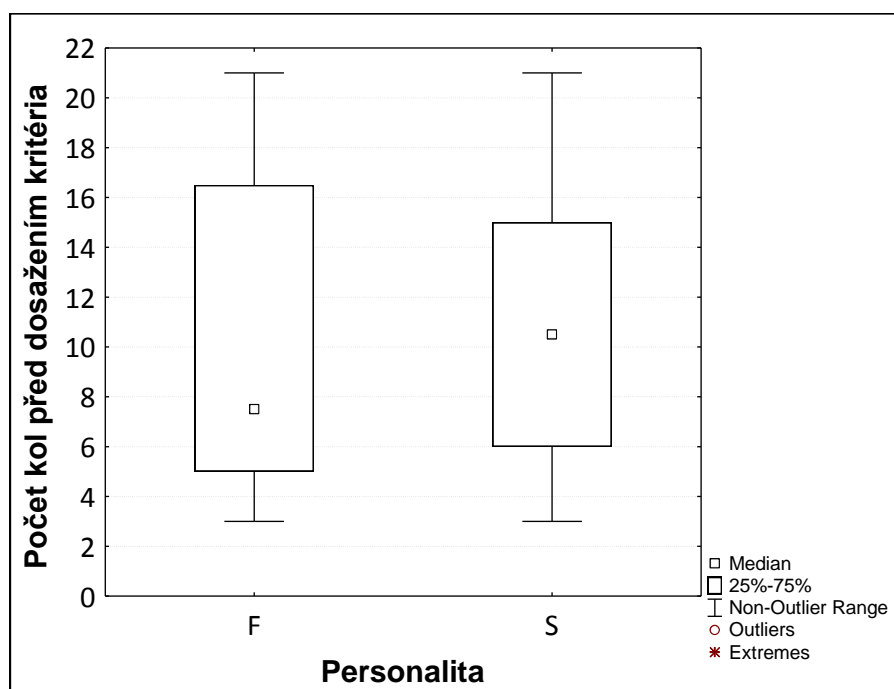
**Tab. 8** Preference pro žluté a zelené papírky u mládřat v pozitivním diskriminačním učení.

Nejprve bylo třeba ověřit, zda byl počet správně vybraných papírků v jednotlivých částech úlohy vyšší, než by odpovídalo náhodnému výběru. Správný výběr papírků z prvních deseti předložení se lišil od náhody pouze u Fast mláďat (Wilcoxonův signed-rank test:  $Z = 1,805$ ,  $p = 0,036$ ), u Slow mláďat se nelišil ( $Z = 1,3127$ ,  $p = 0,095$ ). V druhých deseti předložení si obě skupiny mláďat vybíraly papírky nenáhodně (Wilcoxonův signed-rank test: Fast:  $Z = 2,7701$ ,  $p = 0,0028$ ; Slow:  $Z = 3,4127$ ,  $p = 0,0003$ ). Pokud byl výběr papírků nenáhodný, byl vyšší než 5 (viz Obr. 17).

Úspěšnost jedinců v pozitivním diskriminační učení byla vyhodnocena dvěma způsoby. Jako první vyhodnocení sloužil celkový počet správných řešení z 15 předložení a jako druhý počet předložení, kol (dále již jen kol), než jedinci dosáhli kritéria naučení. Vliv personality nebyl průkazný v případě, kdy jako závislá proměnná byl použit celkový počet správných řešení (glm ANOVA Wald stat.=0,042, Df=1,  $p = 0,838$ ) (viz Obr. 15), ani pokud byl jako závislá proměnná použit počet kol před dosažením kritéria naučení (glm ANOVA: Wald stat.=0,085, Df=1,  $p = 0,771$ ) (viz Obr. 16).

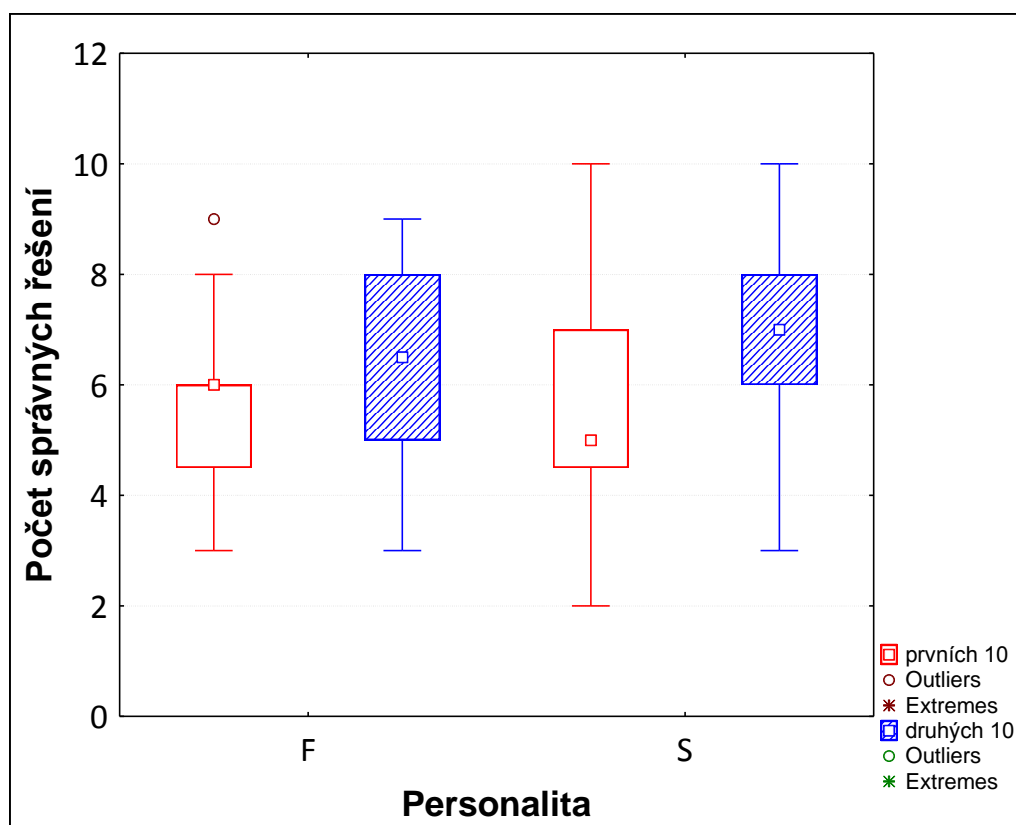


**Obr. 15** Vliv personality na celkový počet správných řešení z 15 předložení papírků v pozitivním diskriminačním učení u mláďat. F-Fast, S-Slow



**Obr. 16** Vliv personality na počet kol, než jedinci dosáhli kritéria naučení v pozitivním diskriminačním učení u mláďat. F-Fast, S-Slow

U jedinců jsme dále zjišťovali, zda se během předkládání papírků poučili, tedy zda se lišil počet správných řešení mezi prvními deseti přeloženými papírků, které zahrnovaly i fázi učení, a druhými deseti papírků. K poučení jedinců došlo v případě, že si v rámci druhých deseti předložení vybírali více odměňovaných papírků. U všech mláďat bez ohledu na personalitu se počty správných řešení lišily (Wicoxonův párový test:  $N=40$ ,  $Z=2,458$ ,  $p=0,014$ ). U Fast mláďat bylo poučení na hranici průkaznosti (Wicoxonův párový test:  $N=20$ ,  $Z=1,915$ ,  $p=0,056$ ), u Slow mláďat bylo statisticky neprůkazné (Wicoxonův párový test:  $N=20$ ,  $Z=1,551$ ,  $p=0,121$ ) (viz Obr. 17).

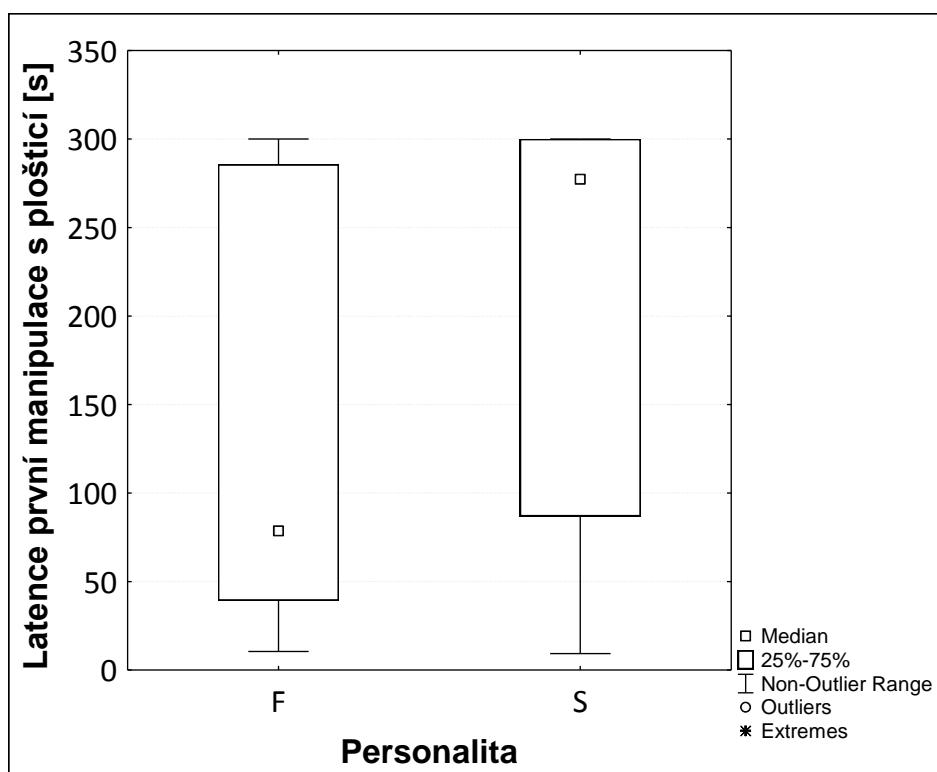


**Obr. 17** Vliv personality na poučení mláďat, hodnoceném jako srovnání počtu správných řešení z prvních deseti předložení s počtem správných řešení z druhých deseti předložení v pozitivní diskriminační úloze. F-Fast, S-Slow

#### 5.2.4 Averzivní učení s plošticí

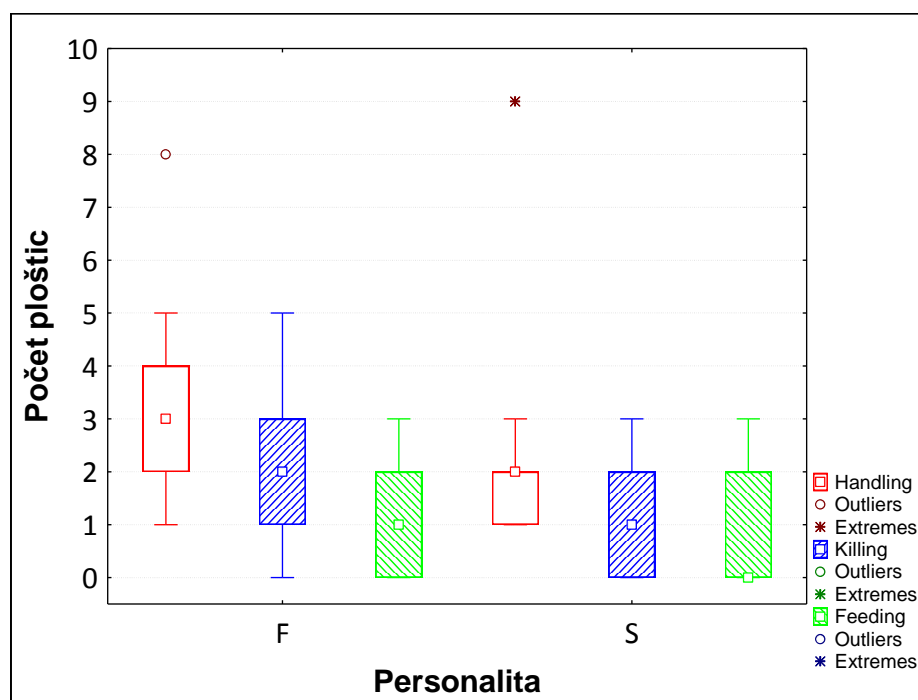
K vyhodnocení vrozené (nenaučené) opatrnosti mezi jedinci bylo použito srovnání počtu ptáků, kteří během testů v rámci prvního dne manipulovali s alespoň jednou plošticí *Pyrrhocoris apterus* a alespoň jednu plošticí zabili a také latence manipulace s první plošticí v rámci učicí sekvence. Počet Fast a Slow jedinců, kteří první den manipulovali s alespoň jednou plošticí, se nelišil (Chí-kvadrát:  $\chi^2=1,38$ , Df=1,  $p=0,240$ ). 4 Fast mláďata a 8 Slow mláďat odmítlo manipulovat s deseti po sobě předloženými plošticemi. Proto byla vyřazena z další analýzy a nebylo u nich vyhodnocováno učení. Marginálně se lišil počet Fast a Slow jedinců, kteří alespoň jednu plošticí zabili (Chí-kvadrát:  $\chi^2= 3,68$ , Df=1,  $p=0,055$ ). Na obrázku 19 je vidět, že u Fast mláďat byl trend, že pokud Fast jedinci zkusili s plošticemi manipulovat, tak při tom většinou alespoň nějakou zabili. Mezi Slow jedinci bylo více takových, kteří s plošticemi jen opatrně manipulovali a ploštice nezabíjeli.

Byl prokázán vliv personality na latenci manipulaci s první plošticí (ANOVA:  $F=6,5673$ , Df=1,  $p=0,014$ ). Slow mláďatům trvalo déle, než začala s plošticí manipulovat (viz Obr. 18).



**Obr. 18** Vliv personality na latenci první manipulace s ploščicí u mlád'at. F-Fast, S-Slow

Učení nebylo možné vyhodnotit u všech jedinců, neboť dvanáct mlád'at v prvním dni s ploščicí vůbec nemanipulovalo. U 15 Fast a 13 Slow jedinců, kteří se v prvním dni učili a dosáhli kritéria naučení, se lišil počet ploščic, které jednotliví ptáci napadli, než dosáhli kritéria naučení (Mann-Whitney U Test:  $U=52,0$ ,  $n_1=15$ ,  $n_2=13$   $p=0,030$ ). Slow mlád'ata manipulovala s menším počtem ploščic (Obr. 19). V porovnání mortality (podíl množství zabitých ploščic z celkového počtu napadených ploščic v prvním dni) se však mezi Fast a Slow jedinci nelišili (Mann-Whitney U Test:  $U=97,0$ ,  $n_1=15$ ,  $n_2=13$   $p=0,980$ ). Porovnání počtu manipulovaných, zabitých a zkonsumovaných ploščic během fáze učení mezi Fast a Slow mlád'aty zachycuje obrázek 19.



**Obr. 19** Vliv personality na celkový počet manipulovaných, zabitých a zkonsumovaných ploštíc během fáze učení v prvním dni u mláďat. Graf nezachycuje jedince, kteří s plošticemi vůbec nezkusili manipulovat. F-Fast, S-Slow, Handling -počet manipulovaných ploštíc, Killing – počet zabitých ploštíc, Feeding- počet zkonsumovaných ploštíc.

Poučení jedinců, které bylo vyhodnocené jako srovnání prvních pěti předložení ploštíc v prvním dni s předložením pětice ploštíc druhý den, bylo průkazné u Slow i Fast jedinců v případě počtu manipulovaných ploštíc (Wilcoxonův párový test: Fast:  $N=15$ ,  $Z=2,314$ ,  $p=0,021$ , Slow:  $N=13$ ,  $Z=2,490$ ,  $p=0,013$ ) i počtu zabitých ploštíc (Fast:  $N=15$ ,  $Z=2,623$ ,  $p=0,009$ , Slow:  $N=13$ ,  $Z=1,960$ ,  $p=0,050$ ).

### 5.2.5 Korelace mezi úlohami

Korelace mezi výsledky jedinců v jednotlivých kognitivních úlohách byla vyhodnocená pomocí Spearmanova korelačního koeficientu. Z extrakční úlohy 1 (trubičky) byla vyhodnocována celková latence řešení, z extrakční úlohy 2 (otáčení papírků) byl k porovnání vybrán celkový počet předložených papírků, z pozitivního diskriminačního učení celkový počet správných řešení a počet kol před dosažením kritéria naučení, z averzivního učení s plošticí to byl celkový počet manipulovaných ploštíc v průběhu učící sekvence.

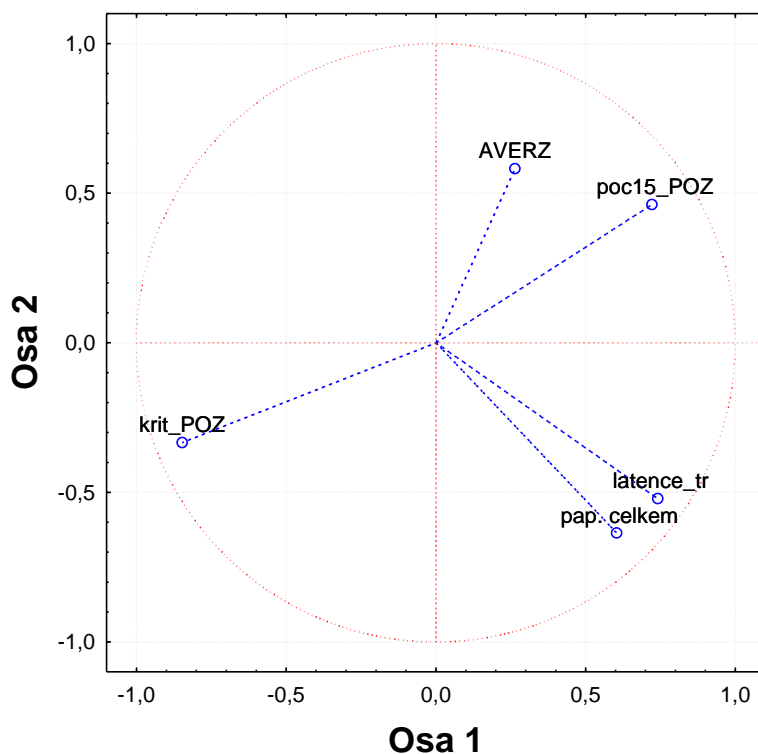
Celkový počet papírků, který jedinci potřebovali, než třikrát po sobě otočili papírek se zakrytým červem (extrakční úloha 2 (otáčení papírků)) pozitivně koreloval s celkovou latencí řešení extrakční úlohy 1 (trubičky) (Tab. 9, Obr. 20). Čím více papírků jedinci potřebovali, než dosáhli kritéria naučení, tím déle jim také trvalo, než odstranili zarážku z trubičky.



Celkový počet správných řešení v pozitivním diskriminačním učení negativně koreloval s dosažením kritéria učení (Tab. 9, Obr. 20). Ptáci, kteří dříve dosáhli kritéria naučení, si také vybírali více odměňovaných papírků. Počet kol potřebných k dosažení kritéria naučení v pozitivním diskriminačním učení negativně koreloval s celkovou latencí řešení extrakční úlohy (trubičky) (Tab. 9, Obr. 20). Ptáci, kteří dříve dosáhli kritéria učení, déle řešili extrakční úlohu. Výsledky averzivní diskriminační úlohy nekorelovaly s výsledky z žádné další kognitivní úlohy (viz Tab. 9).

Proměnné					
	pap. celkem	poc15_POZ	krit_POZ	AVERZ	latence_tr
pap. celkem	1,00000	0,03973	-0,01369	0,03772	0,31737
poc15_POZ	0,03973	1,00000	-0,52448	0,16648	0,10094
krit_POZ	-0,01369	-0,52448	1,00000	-0,35281	-0,40376
AVERZ	0,03772	0,16648	-0,35281	1,00000	0,05149
latence_tr	0,31737	0,10094	-0,40376	0,05149	1,00000

**Tab. 9** Korelace mezi jednotlivými kognitivními úlohami u mláďat. pap.celkem – celkový počet předložených papírků před dosažením kritéria naučení úlohy (extrakční úloha 2(otáčení papírků)), poc15\_POZ – celkový počet správných odpovědí z 15 předložení (pozitivní diskriminační učení), krit\_POZ – počet papírků, než jedinci dosáhli kritéria naučení úlohy (pozitivní diskriminační učení), AVERZ - celkový počet manipulovaných ploštic (averzivní učení s ploštici), latence\_TR - celková latence vyřešení, tedy latence od prvního přiblížení k trubičce po (první) vyřešení (extrakční úloha 1 (trubička)). Červeně jsou zvýrazněny hodnoty, u nichž byla zjištěna korelace.

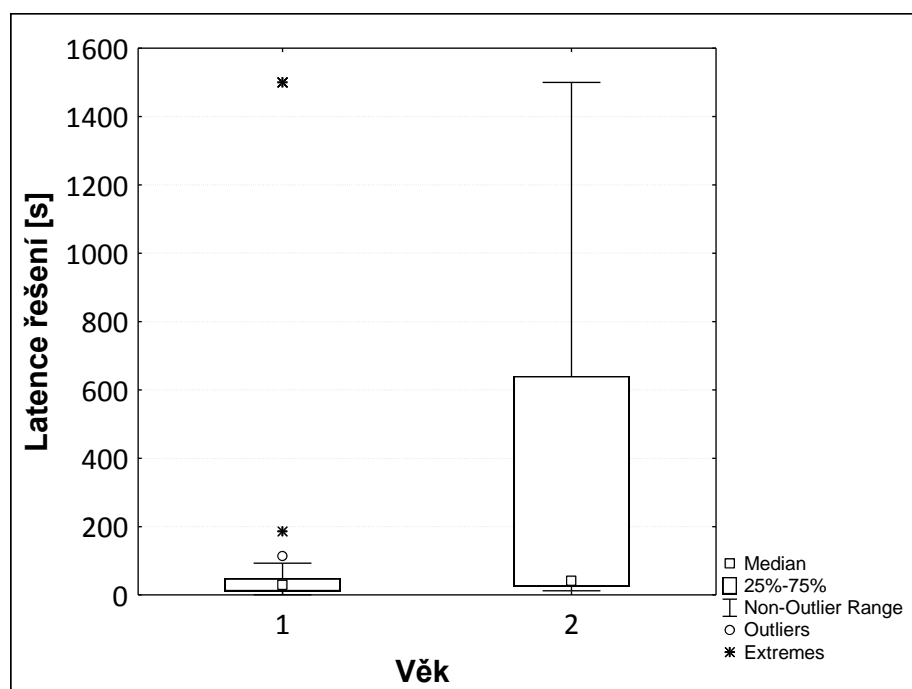


**Obr. 20** PCA analýza vztahu jednotlivých kognitivních testů u mláďat. pap.celkem – celkový počet předložených papírků před dosažením kritéria naučení (extrakční úloha 2 (otáčení papírků)), poc15\_POZ – celkový počet správných řešení z 15 předložení (pozitivní diskriminační učení), krit\_POZ – počet kol, než jedinci dosáhli kritéria naučení úlohy (pozitivní diskriminační učení), AVERZ - celkový počet manipulovaných plostic (averzivní učení s plosticí), latence\_TR - celková latence vyřešení, tedy latence od prvního přiblížení k trubičce po vyřešení (extrakční úloha 1 (trubička)). **Osa 1 vysvětluje 44,43% variability, osa 2 vysvětluje 26,78 % variability**

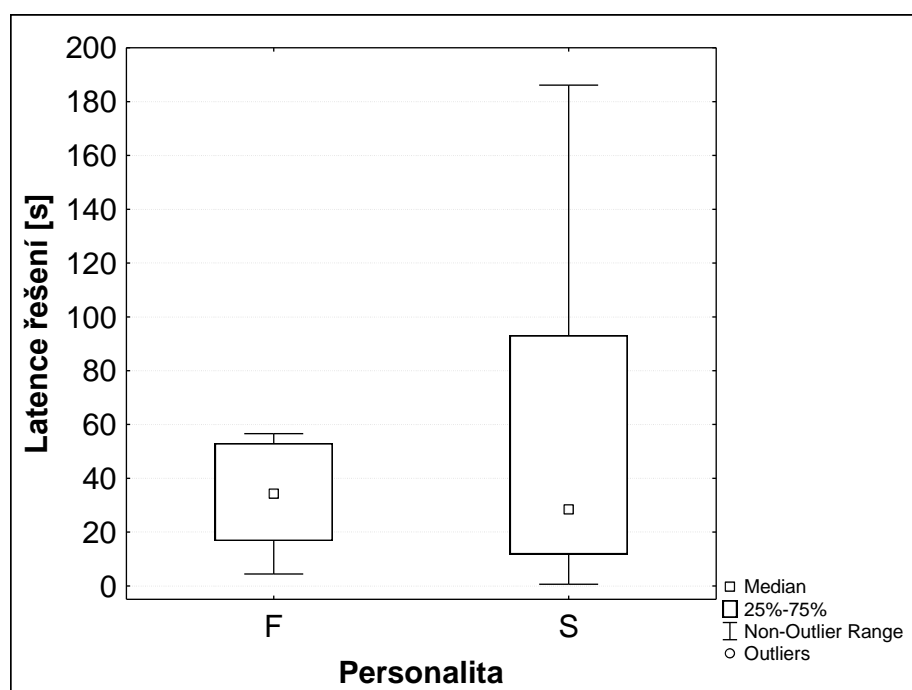
## 5.3 Kognitivní úlohy u dospělých ptáků

### 5.3.1 Extrakční úloha 1 (trubička)

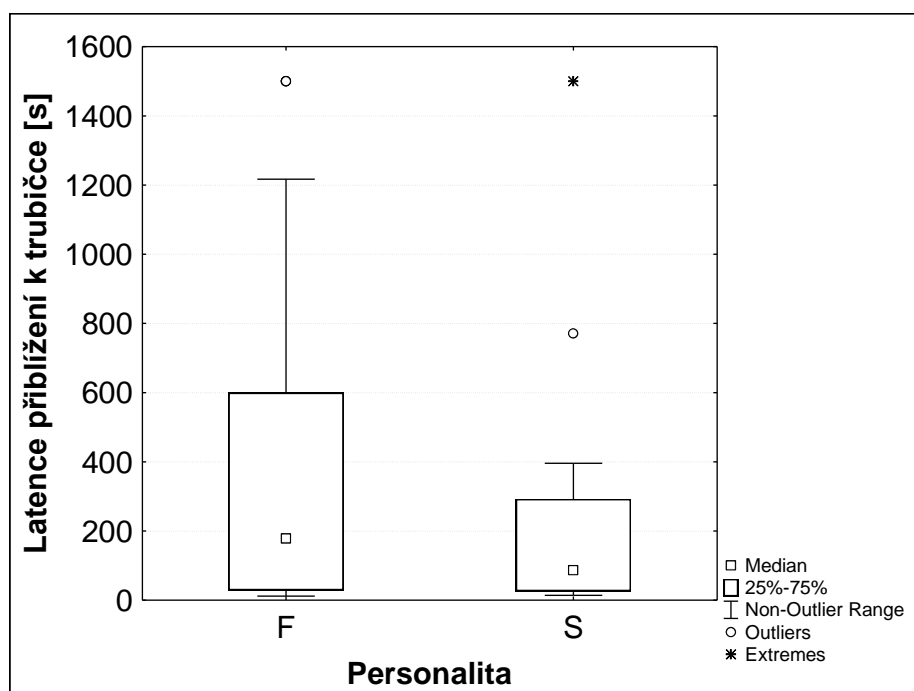
Na celkovou latenci vyřešení úlohy měl vliv věk testovaných ptáků (ANOVA:  $F=4,1631$ ,  $Df=1$ ,  $p=0,047$ ). Mladším ptákům trvalo kratší dobu, než úlohu vyřešili (viz Obr. 21). Celková latence řešení nebyla ovlivněna personalitou (ANOVA:  $F=0,025$ ,  $Df=1$ ,  $p=0,876$ ) (viz Obr. 22) ani interakcí obou těchto faktorů (ANOVA  $F=3,471$ ,  $Df=1$ ,  $p=0,069$ ). Nebyl prokázán vliv personality (ANOVA:  $F=0,766$ ,  $Df=1$ ,  $p=0,386$ ), věku (ANOVA:  $F=0,192$ ,  $Df=1$ ,  $p=0,664$ ) ani jejich interakce (ANOVA:  $F=0,410$ ,  $Df=1$ ,  $p=0,524$ ) na latenci prvního přiblížení k trubičce (viz Obr. 23 a Obr. 24).



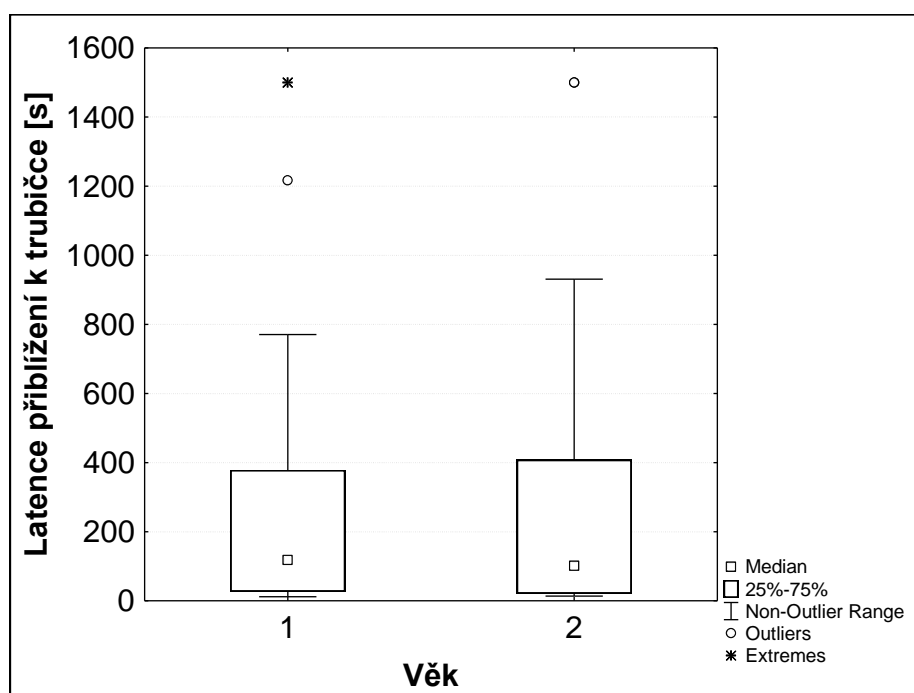
**Obr. 21** Vliv věku na celkovou latenci řešení (měřené od prvního přiblížení k trubičce po vyřešení) extrakční úlohy 1 u dospělých ptáků. 1- ptáci do 1 roku, 2 -ptáci starší než 1 rok



**Obr. 22** Vliv personality na celkovou latenci řešení (měřené od prvního přiblížení k trubičce po vyřešení) extrakční úlohy 1 u dospělých ptáků. F- Fast, S - Slow



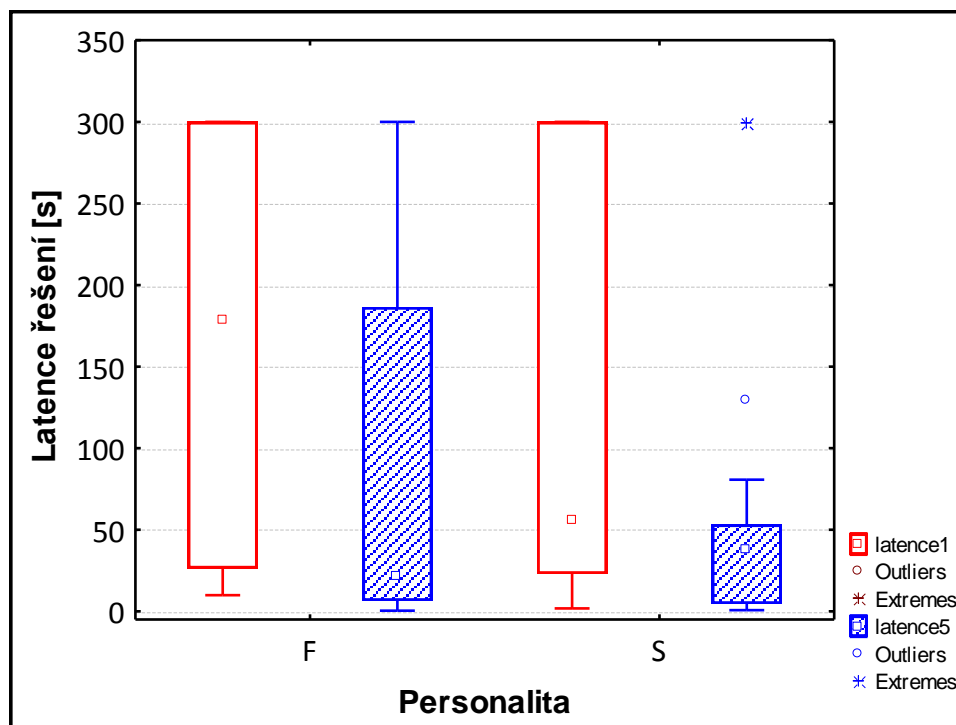
**Obr. 23** Vliv personality na první přiblížení k trubičce v extrakční úloze 1 u dospělých ptáků. F-Fast, S-Slow



**Obr. 24** Vliv věku na první přiblížení k trubičce v extrakční úloze 1 u dospělých ptáků. 1- ptáci do 1 roku, 2- ptáci starší než 1 rok

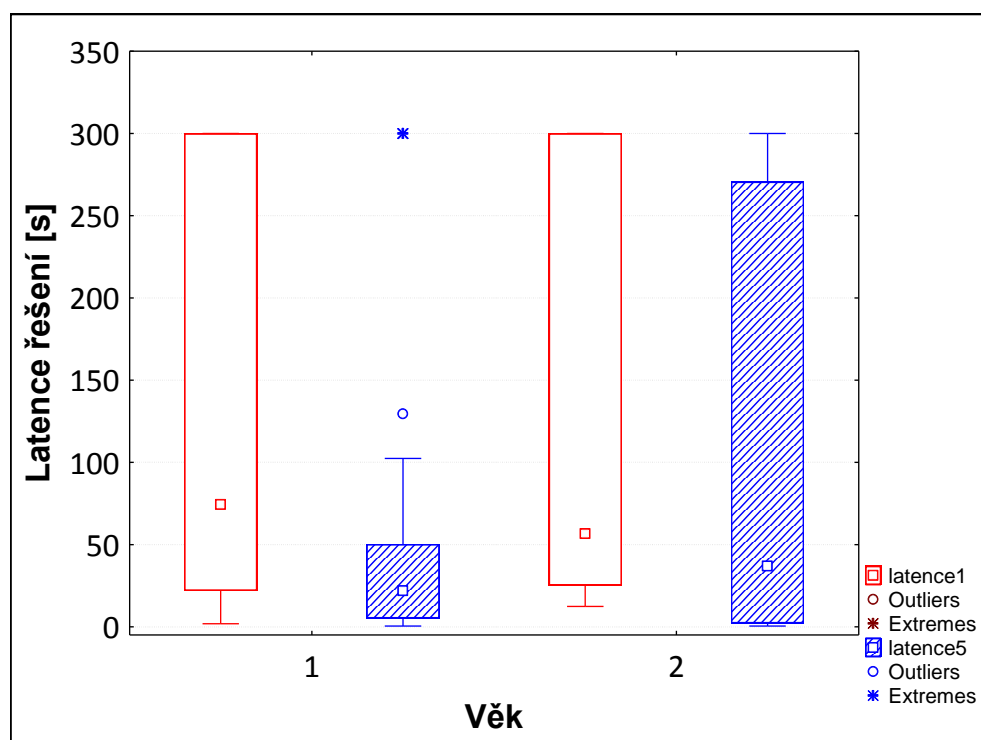
Latence řešení se mezi prvním a pátým kole v extrakční úloze u dospělých jedinců lišily (Wilcoxonův párový test:  $N=47$ ,  $Z=3,298$ ,  $p=0,001$ ). U jednotlivých personalit se latence statisticky lišily pouze u Fast jedinců (Wilcoxonův párový test  $N=24$ ,  $Z=2,978$ ,  $p=0,003$ ) (viz. Obr. 25), kteří se zlepšili, u Slow jedinců ke zkrácení latence nedošlo (Wilcoxonův párový

test  $N=23$ ,  $Z=1,802$ ,  $p=0,072$ ). Lze u nich však pozorovat trend vedoucí ke zkracování latence (viz Obr. 25).



**Obr. 25** Vliv personality na poučení dospělých jedinců v extrakční úloze 1. Poučení jedinců je hodnocené jako porovnání latence vyřešení úlohy v prvním kole s latencí vyřešení v pátém kole. S-Slow, F-Fast. latence1- latence1 - vyřešení v 1.kole, latence5- latence vyřešení v 5.kole

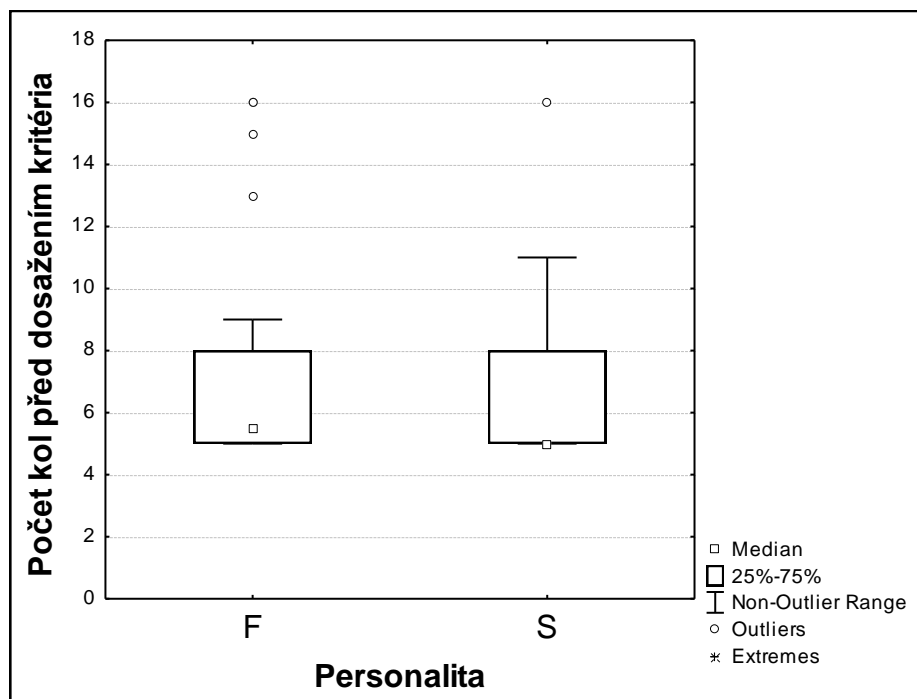
Dále jsme porovnávali, zda na poučení jedinců měl vliv jejich věk. Statisticky bylo poučení průkazné pouze u mladších ptáků (Wilcoxonův párový test:  $N=32$ ,  $Z=2,865$ ,  $p=0,004$ ) (Obr. 26). Ptáci starší než jeden rok se mezi prvním a pátým kolem průkazně nepoučili (Wilcoxonův párový test:  $N=15$ ,  $Z=1,647$ ,  $p=0,099$ ) (Obr. 26).



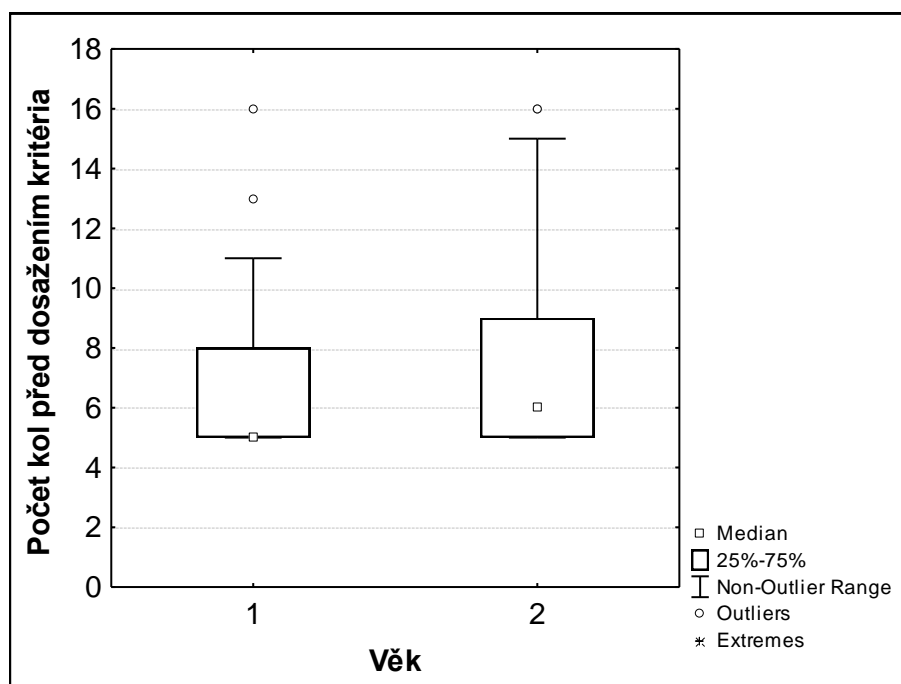
**Obr. 26** Vliv věku na poučení dospělých jedinců v extrakční úloze 1. Poučení jedinců je hodnocené jako porovnání latence vyřešení úlohy v prvním kole s latencí vyřešení v pátém kole. 1-ptáci do 1 roku, 2-ptáci starší než 1 rok, latence1- latence vyřešení v 1.kole, latence5- latence vyřešení v 5. kole

### 5.3.2 Extrakční úloha 2 (otáčení papírků)

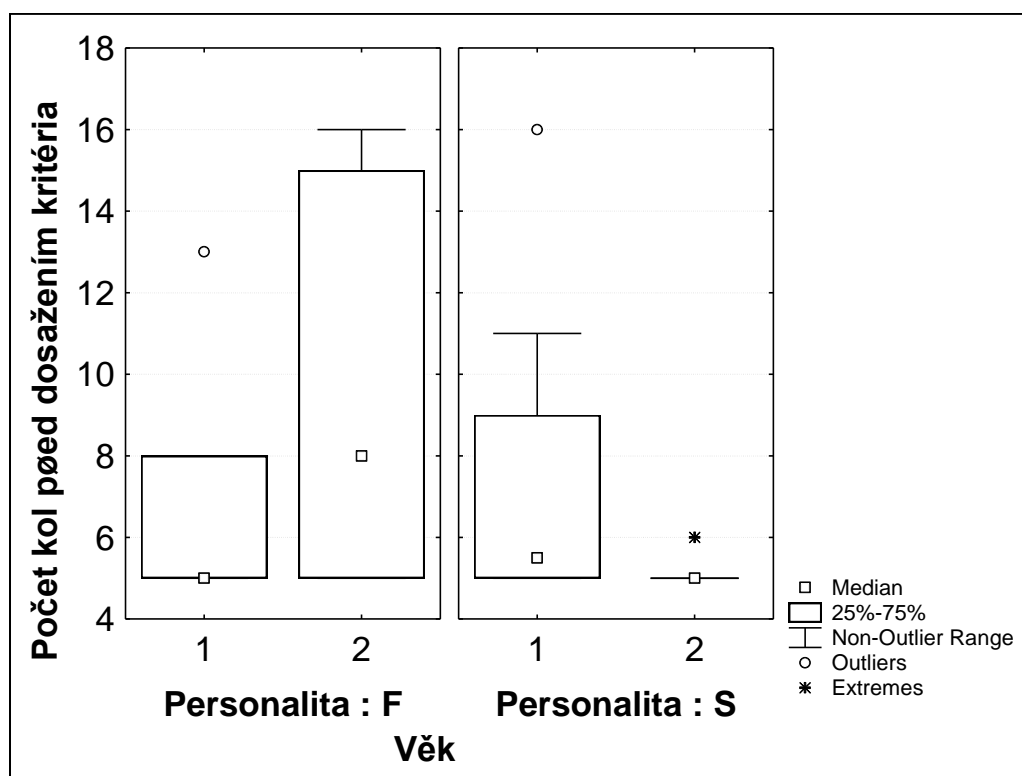
Stejně jako u mláďat jsme pro vyhodnocení úlohy použili celkový počet papírků, s nimiž dospělí ptáci manipulovali, než třikrát po sobě otočili papírek se zakrytým červem. Rychlost dosažení tohoto kritéria nebyla ovlivněna ani personalitou (glm ANOVA: Wald stat.=3,370, Df= 1, p=0,066) (viz. Obr 27) ani věkem (Wald stat.=0,147, Df= 1, p=0,702) (viz. Obr. 28). Statisticky průkazná byla interakce mezi věkem a personalitou (glm ANOVA: Wald stat.=7,733, Df=1, p=0,005) (viz Obr. 29). U Fast jedinců byl průkazný vliv věku (Wald Stat.=7,793, Df=1, p=0,005) na celkový počet papírků. U Slow jedinců nebyl vliv věku průkazný (Wald Stat.=2,117, Df=1, p=0,146). Starším Fast jedincům trvalo v porovnání s mladými Fast jedinci do jednoho roku i v porovnání se Slow jedinci déle, než se úlohu naučili. To bylo způsobené tím, že všichni Slow jedinci a mladí Fast ptáci vyřešili úlohu rychle (viz. Obr. 29).



**Obr. 27** Vliv personality na celkový počet kol, než jedinci dosáhli kritéria naučení u dospělých sýkor v extrakční úloze 2 (otáčení papírků). S-Slow, F-Fast



**Obr. 28** Vliv věku na celkový počet kol, než jedinci dosáhli kritéria naučení u dospělých sýkor v extrakční úloze 2 (otáčení papírků). 1- ptáci do 1 roku, 2-ptáci starší než 1 rok



**Obr. 29** Vliv věku na celkový počet kol, než jedinci dosáhli kritéria naučení v extrakční úloze 2 (otáčení papírků) u dospělých Fast a Slow sýkor koňader. 1- ptáci do 1 roku, 2-ptáci starší než 1 rok, F-Fast, S-Slow

### 5.3.3 Pozitivní diskriminační učení ( $S^+/S^0$ )

Dospělí ptáci (Chí-kvadrát:  $\chi^2=0,10$ , Df=1,  $p=0,756$ ) ani samostatně Fast a Slow jedinci (Chí-kvadrát:  $\chi^2=0,20$ , Df=1,  $p=0,654$ ) se nelišili v preferenci pro žlutou či zelenou barvu. Dvě třetiny dospělých ptáků nepreferovaly žádnou barvu. Z 15 jedinců, kteří preferovali jednu barvu, si 10 vybralo dva žluté papírky (viz. Tab. 10).

PREFERENCE		Celkem	Fast	Slow
ŽLUTÁ	ŽLUTÁ	10	4	6
ZELENÁ	ZELENÁ	5	2	3
BEZ PREFERENCE		32	18	14
ŽLUTÁ	ZELENÁ	15	8	7
ZELENÁ	ŽLUTÁ	17	10	7

**Tab. 10** Preference pro žluté a zelené papírky mláďat v pozitivním diskriminačním učení.

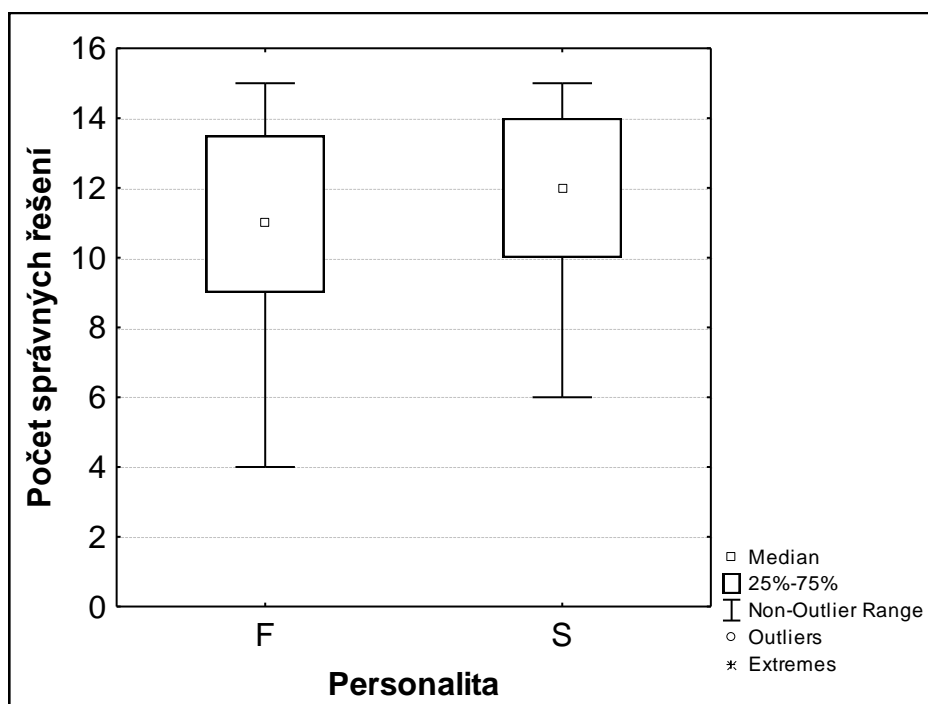
Výběr odměňovaných papírků byl vyšší než by odpovídalo náhodnému výběru u Fast (Wilcoxonův signed-rank test:  $Z = 3,375$ ,  $p = 0,0004$ ) i Slow jedinců (Wilcoxonův signed-rank test  $Z = 3,485$ ,  $p = 0,0002$ ) v případě výběru v prvních deseti předloženích i v druhých



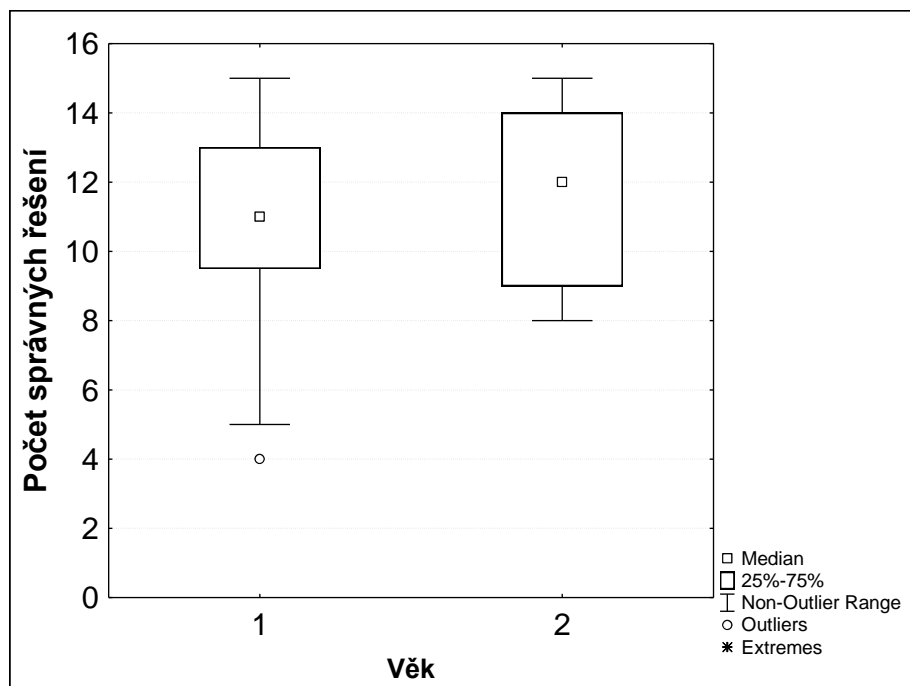
deseti předloženích (Wilcoxonův signed-rank test: Fast:  $Z = 3,592$ ,  $p = 0,0002$ ; Slow:  $Z = 4,082$ ,  $p = 0,0001$ ).

Úspěšnost v úloze byla vyhodnocována jako celkový počet správných řešení z 15 předložení a dále jako počet kol před dosažením kritéria naučení. V případě celkového počtu správných řešení z 15 předložení nebyl průkazný vliv personality (glm ANOVA: Wald stat.=0,655, Df=1  $p=0,418$ ) (viz Obr. 30), věku (glm ANOVA: Wald stat.=0,809, Df=1  $p=0,368$ ) (viz Obr. 31) ani jejich interakce (glm ANOVA: Wald stat.=0,080, Df=1,  $p=0,369$ ).

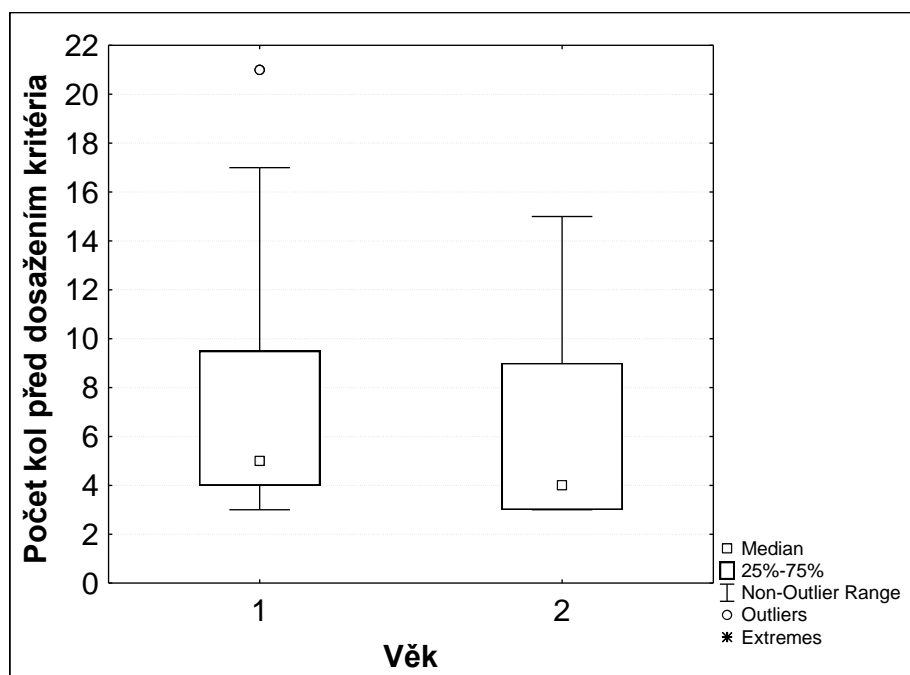
Na počet kol potřebných k dosažení kritéria naučení měl vliv věk (glm ANOVA: Wald stat.=5,343, Df=1,  $p=0,021$ ). V této úloze byli úspěšnější starší jedinci (starší než jeden rok), kteří dosáhli dříve kritéria naučení (viz Obr. 32). Personalita (glm ANOVA: Wald stat.=0,5153, Df=1,  $p=0,473$ ) (viz. Obr. 33) ani vzájemná interakce personality a věku (glm ANOVA: Wald stat.=0,3627, Df=1,  $p=0,547$ ) neměly vliv na dosažení kritéria naučení.



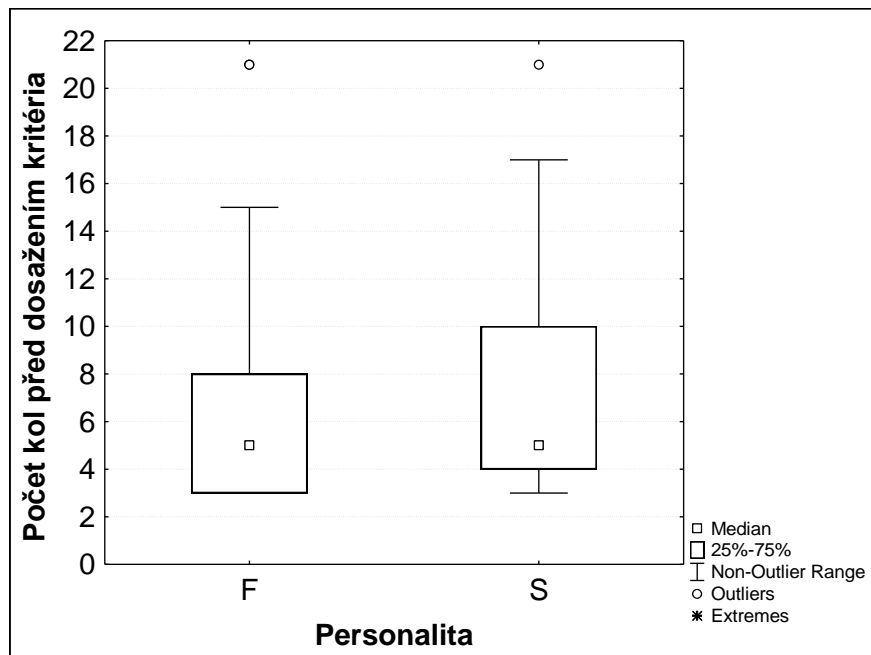
**Obr. 30** Vliv personality na celkový počet správných řešení z 15 předložení papírků v pozitivním diskriminačním učení u dospělých ptáků. F-Fast, S-Slow



**Obr. 31** Vliv věku na celkový počet správných řešení z 15 předložení v pozitivním diskriminačním učení u dospělých ptáků. 1- ptáci do 1 roku, 2-ptáci starší než 1 rok

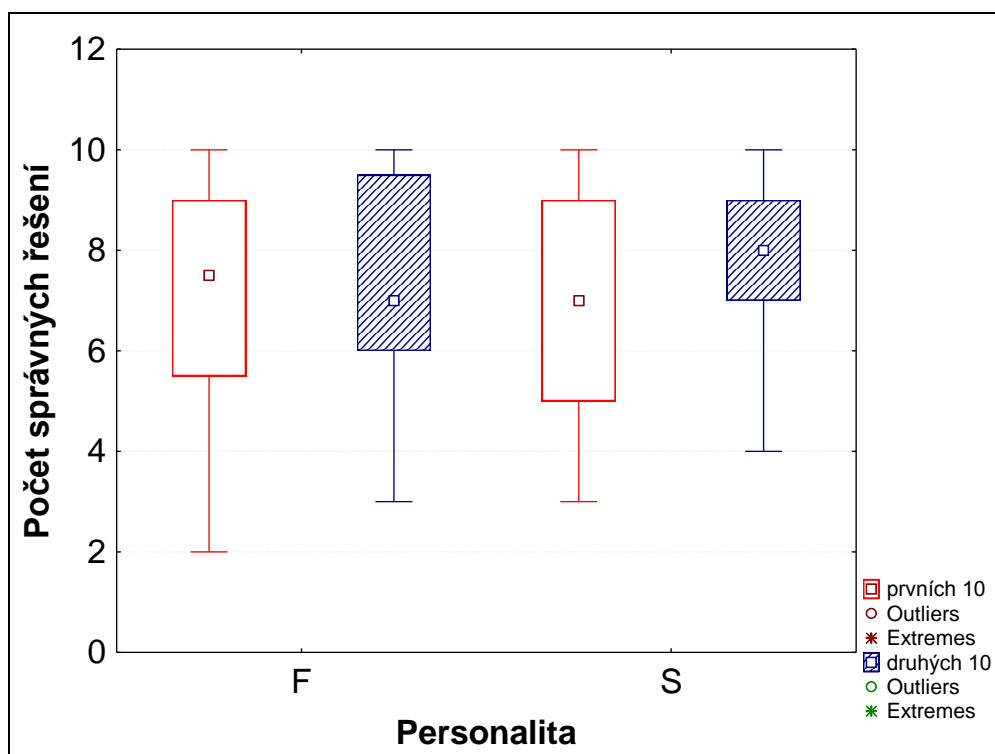


**Obr. 32** Vliv věku na počet kol před dosažením kritéria naučení v pozitivním diskriminačním učení u dospělých ptáků. 1- ptáci do 1 roku, 2- ptáci starší než 1 rok



**Obr. 33** Vliv personality na počet kol před dosažením kritéria naučení v pozitivním diskriminačním učení u dospělých ptáků. F-Fast, S-Slow

Wilcoxonovým párovým testem jsme porovnávali počet správných řešení z prvních deseti předložení papírků s druhými deseti papírky pro všechny dospělé ptáky a zvlášť pro Fast a Slow jedince. Počet správných řešení se u dospělých ptáků lišil pouze marginálně ( $N=47$ ,  $Z=1,864$ ,  $p=0,062$ ). V porovnání Fast a Slow jedinců se Slow jedinci při výběru odměňovaných papírků v druhých deseti předložení poučili ( $N=23$ ,  $Z=2,203$ ,  $p=0,028$ ). Počet správných řešení se u Fast jedinců v druhých deseti předložení nelišil ( $N=24$ ,  $Z=0,566$ ,  $p=0,571$ ) (viz. Obr. 34).



**Obr. 34** Vliv personality na poučení dospělých jedinců, hodnoceném jako srovnání počtu správných řešení z prvních deseti předložení s počtem správných řešení z druhých deseti předložení v pozitivním diskriminačním učení. F-Fast, S-Slow.

### 5.3.4 Averzivní diskriminační učení

U dospělých ptáků nebyla zjištěna preference pro bílou nebo černou barvu (Chí-kvadrát:  $\chi^2=0,01$ , Df=1,  $p=0,917$ ). Preference pro konkrétní barvu nebyla zjištěna ani u Fast a Slow jedinců (Chí-kvadrát:  $\chi^2=0,08$ , Df=1,  $p=0,773$ ). Dvě třetiny jedinců byly bez preference pro bílou nebo černou barvu. Personalita neměla vliv na výběr konkrétní barvy u jedinců s preferencí pro určitou barvu (viz. Tab. 11).

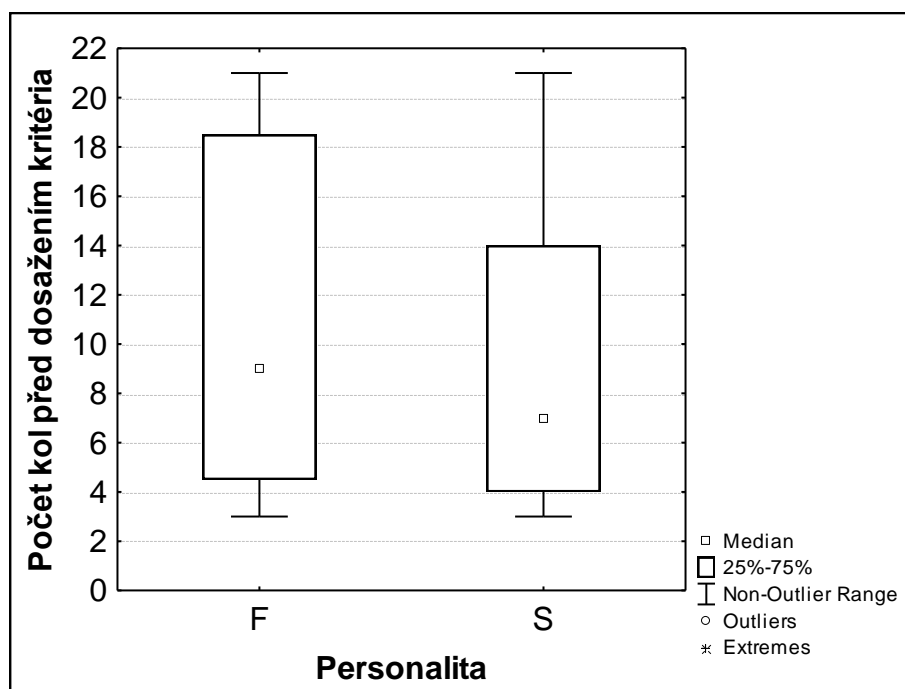
PREFERENCE		Celkem	Fast	Slow
BÍLÁ	BÍLÁ	7	5	2
ČERNÁ	ČERNÁ	7	4	3
BEZ PREFERENCE		33	15	18
BÍLÁ	ČERNÁ	17	8	9
ČERNÁ	BÍLÁ	16	7	9

**Tab. 11** Preference pro bílé a černé papírky u dospělých jedinců v averzivním diskriminačním učení.

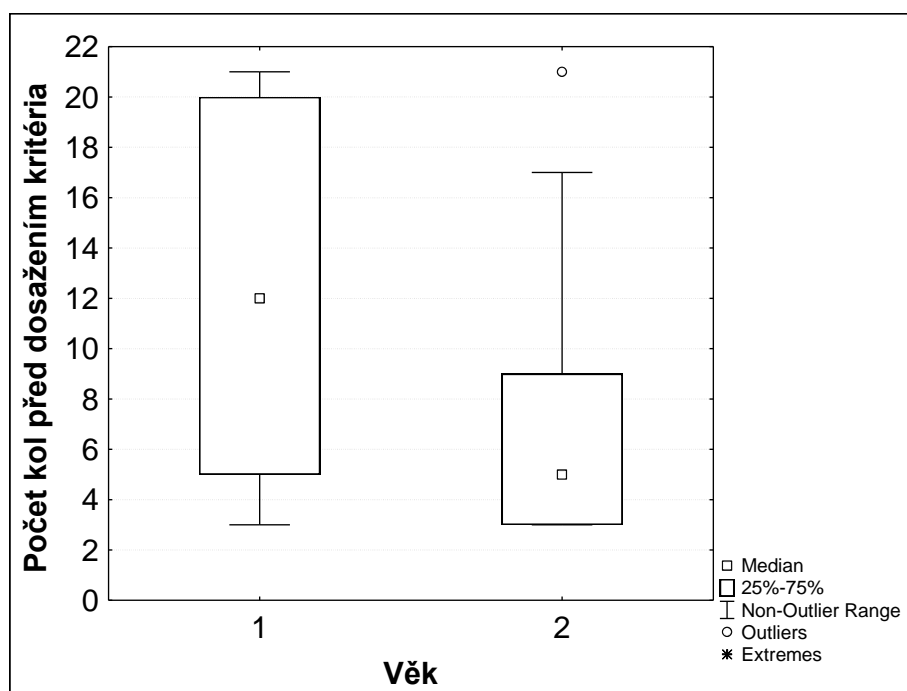
Výběr papírků v prvních deseti předložení se těsně nelišil od náhody (byl na hranici průkaznosti) u Fast (Wilcoxonův signed-rank test:  $Z=1,559$ ,  $p=0,060$ ) i u Slow jedinců

( $Z=1,638$ ,  $p=0,051$ ). Správný výběr papírků z druhých deseti předložení se statisticky lišil od náhody u Fast (Wilcoxonův signed-rank test:  $Z=3,357$ ,  $p=0,0004$ ) i Slow jedinců (Wilcoxonův signed-rank test:  $Z=2,976$ ,  $p=0,0015$ ).

Averzivní diskriminační učení bylo vyhodnoceno stejným způsobem jako pozitivní diskriminační učení. Personalita (glm ANOVA: Wald stat.=0,047, Df=1,  $p=0,083$ ), věk (glm ANOVA: Wald stat.=0,168, Df=1,  $p=0,682$ ) ani jejich interakce (glm ANOVA: Wald stat.=2,121, Df=1,  $p=0,145$ ) neměly vliv na celkový počet správných řešení z 15 předložení. V případě, že byl posuzován počet kol, než jedinci dosáhli kritéria naučení, byl průkazný vliv personality (Wald stat.=7,705, Df=1,  $p=0,006$ ) i věku (Wald stat.=23,648, Df=1,  $p<0,001$ ). Interakce nebyla průkazná (Wald stat.=2,683, Df=1,  $p=0,101$ ). V porovnání jedinců odlišných personalit byly úspěšnější Slow sýkory (viz Obr. 35). Úlohu vyřešili snáze starší ptáci, kteří potřebovali menší počet předložení papírků k dosažení kritéria naučení (viz Obr. 36)

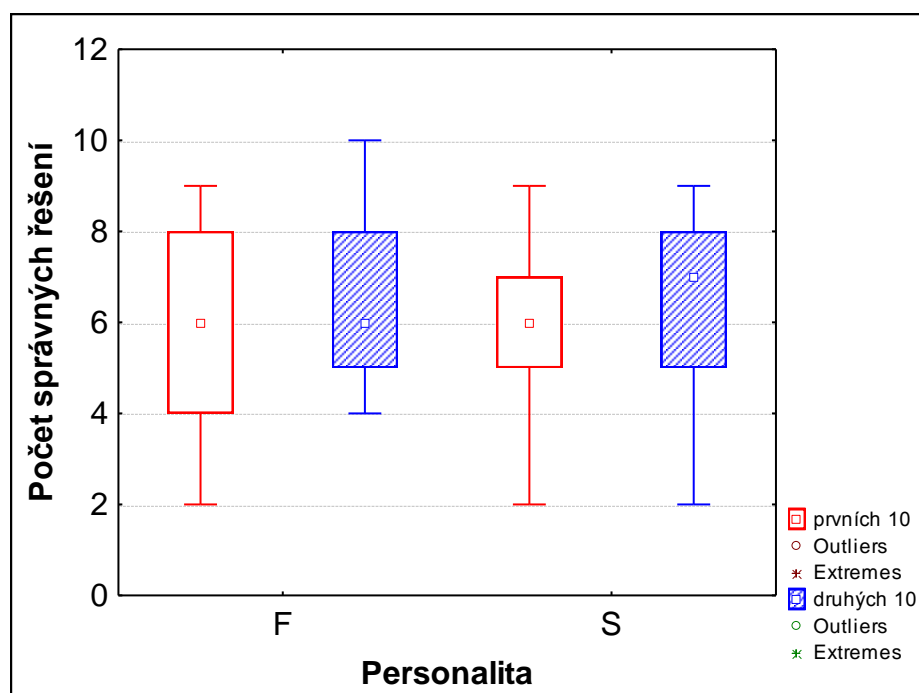


**Obr. 35** Vliv personality na počet kol před dosažením kritéria naučení v averzivním diskriminačním učení u dospělých ptáků. F- Fast, S- Slow



**Obr. 36** Vliv věku na počet kol před dosažením kritéria naučení v averzivním diskriminačním učení u dospělých ptáků. 1- ptáci do 1 roku, 2- ptáci starší než 1 rok

V porovnání všech jedinců došlo k poučení (Wilcoxonův párový test:  $N=47$ ,  $Z=2,372$ ,  $p=0,018$ ). Výsledky se však lišily pro Slow jedince, kteří se zlepšili (Wilcoxonův párový test:  $N=23$ ,  $Z=2,221$ ,  $p=0,026$ ) (viz Obr. 37) a pro Fast jedince, kteří se stejně jako v předešlém pozitivním diskriminačním učení nezlepšili (Wilcoxonův párový test:  $N=24$ ,  $Z=1,373$ ,  $p=0,170$ ) (viz Obr. 37).



**Obr. 37** Vliv personality na poučení dospělých jedinců, hodnoceném jako srovnání počtu správných řešení z prvních deseti předložení s počtem správných řešení z druhých deseti předložení v averzivním diskriminačním učení. F-Fast, S-Slow.

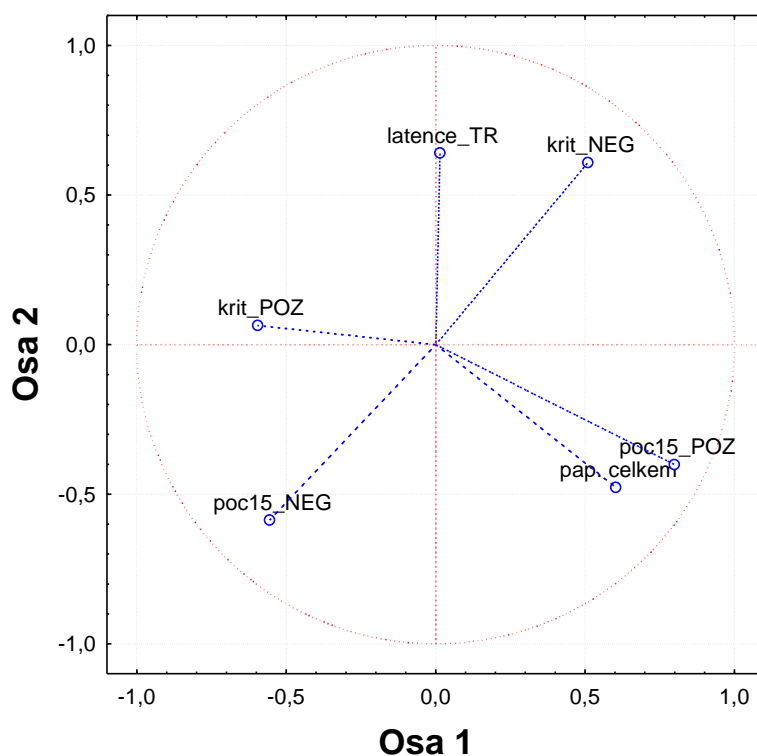
### 5.3.5 Korelace mezi úlohami

Korelaci mezi výsledky jednotlivých úloh jsme porovnávali pomocí Spermanova korelačního koeficientu, v němž jsme zjišťovali, zda spolu výsledky úloh korelují. Vzájemně jsme porovnávali celkový počet předložených papírků, než jedinci dosáhli kritéria naučení (extrakční úloha 2 (otáčení papírků)), z pozitivního a averzivního diskriminačního učení celkový počet správných řešení a počet kol před dosažením kritéria naučení a jako poslední byla vyhodnocována celková latence řešení (extrakční úloha 1 (trubička)).

Počet papírků, které jedinci potřebovali, než dosáhli kritéria naučení (extrakční úloha 2) pozitivně koreloval se správným počtem řešení v pozitivním diskriminačním učení (viz. Tab. 12, Obr. 38). Jedinci, kterým déle trvalo, než se naučili manipulovat s papírky, pak byli v další úloze úspěšnější. V případě pozitivního diskriminačního učení spolu negativně korelovaly celkový počet správných řešení a počet kol před dosažením kritéria naučení (viz. Tab. 12, Obr. 38), což znamená, že jedinci, kteří si více správně vybírali žluté papírky, také dosáhli dříve kritéria naučení. U averzivního diskriminačního učení byl zjištěn stejný vztah mezi výběrem správných řešení a počtem kol před dosažením kritéria naučení (viz. Tab. 12, Obr. 38). Celková latence vyřešení extrakční úlohy 1 (trubičky) nekorelovala s výsledky z žádné další úlohy (viz. Tab. 12, Obr. 38).

Proměnné	pap. celkem	poc15_POZ	krit_POZ	poc15_NEG	krit_NEG	latence_TR
pap. celkem	1,00000	0,39623	-0,13066	-0,04312	0,16826	-0,10662
poc15_POZ	0,39623	1,00000	-0,35597	-0,22446	0,08255	-0,02601
krit_POZ	-0,13066	-0,35597	1,00000	0,00721	-0,02250	0,06928
poc15_NEG	-0,04312	-0,22446	0,00721	1,00000	-0,43172	-0,28391
krit_NEG	0,16826	0,08255	-0,02250	-0,43172	1,00000	0,03711
latence_TR	-0,10662	-0,02601	0,06928	-0,28391	0,03711	1,00000

**Tab. 12** Korelace mezi jednotlivými kognitivními úlohami u dospělých jedinců. pap.celkem – celkový počet papírků před dosažením kritéria naučení (extrakční úloha 2 (otáčení papírků)), poc15\_POZ – celkový počet správných odpovědí z 15 předložení (pozitivní diskriminační učení), krit\_POZ – počet papírků před dosažením kritéria naučení úlohy (pozitivní diskriminační učení), poc15\_NEG – celkový počet správných řešení z 15 předložení (averzivní diskriminační učení), krit\_NEG – počet papírků před dosažením kritéria naučení (averzivní diskriminační učení) latence\_TR - celková latence řešení, (extrakční úloha 1 (trubička)). Červeně jsou zvýrazněny hodnoty, u nichž byla zjištěna korelace.



**Obr. 38** PCA analýza vztahu jednotlivých kognitivních testů u dospělých jedinců. pap.celkem – celkový počet papírků před dosažením kritéria naučení (extrakční úloha 2 (otáčení papírků)), poc15\_POZ – celkový počet správných řešení z 15 předložení (pozitivní diskriminační učení), krit\_POZ – počet kol před dosažením kritéria naučení (pozitivní diskriminační učení), poc15\_NEG – celkový počet správných řešení z 15 předložení (averzivní diskriminační učení), krit\_NEG – počet kol před dosažením kritéria naučení (averzivní diskriminační učení), latence\_TR -celková latence řešení, (extrakční úloha 1 (trubička)). **Osa 1 vysvětluje 32,09% variability, osa 2 vysvětluje 25,27% variability**

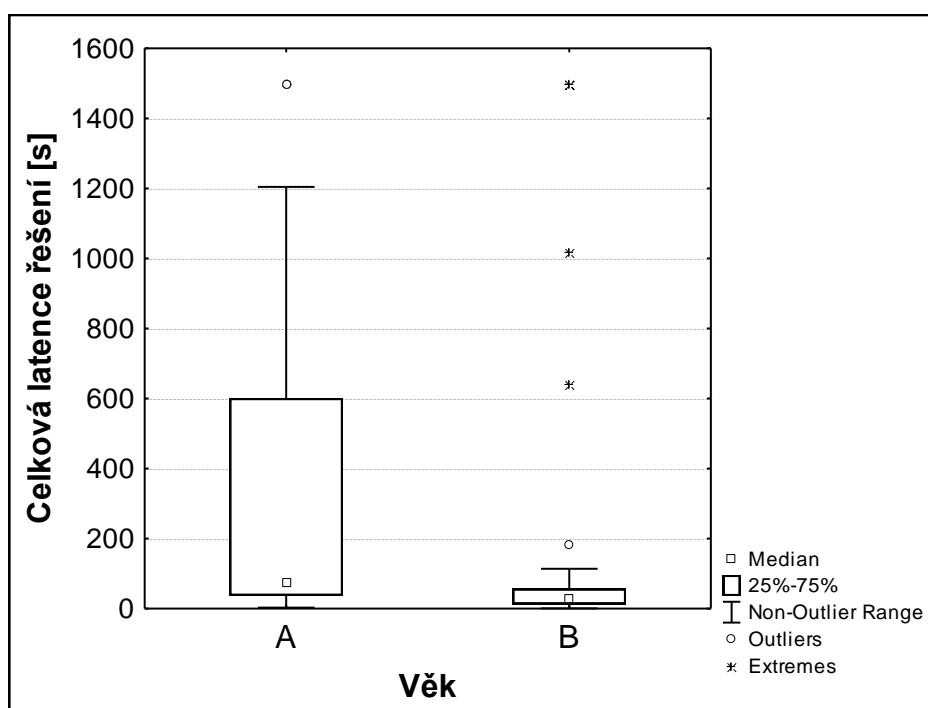


## 5.4 Srovnání mlád'at a dospělých ptáků

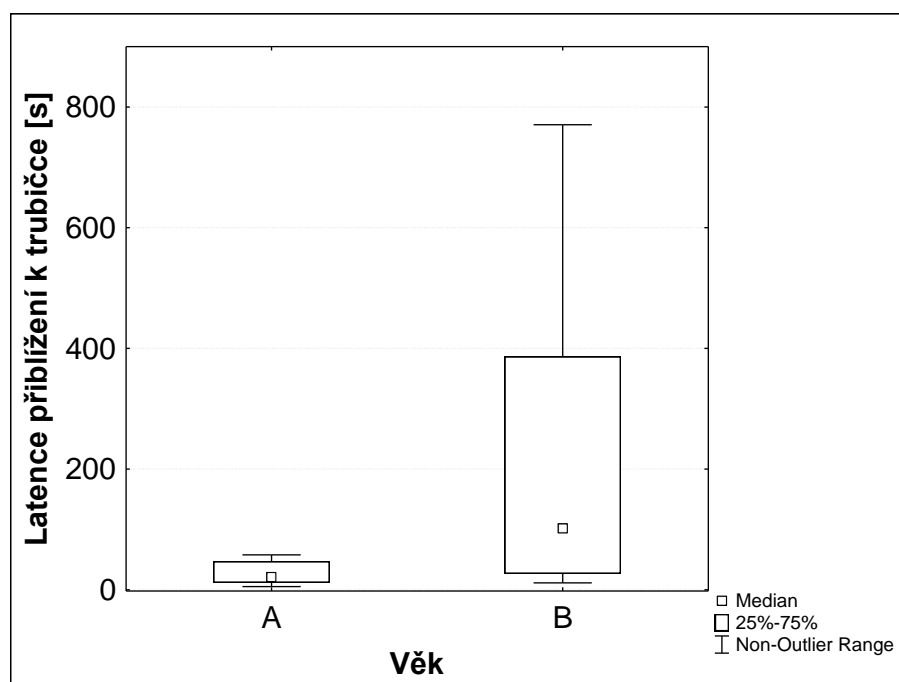
Výsledky všech úloh jsme srovnávali také v rámci souborné skupiny AB, která byla tvořené mlád'aty (skupina A) a dospělými jedinci (skupina B).

### 5.4.1 Extrakční úloha 1 (trubička)

Na celkovou latenci řešení úlohy v souborné skupině mlád'at a dospělých ptáků neměla vliv personalita (ANOVA:  $F=0,0347$ ,  $Df=1$ ,  $p=0,853$ ) ani interakce personality a věku (ANOVA:  $F=2,22961$ ,  $p=0,134$ ,  $Df=1$ ). Průkazný byl vliv věku (ANOVA:  $F=6,936$ ,  $Df=1$ ,  $p=0,010$ ). Mlád'atům trvalo delší dobu, než úlohu vyřešila (viz. Obr. 39). Latence prvního přiblížení k trubičce se lišila mezi mlád'aty a dospělými ptáky (ANOVA:  $F=24,055$ ,  $Df=1$ ,  $p<0,001$ ). Mlád'ata se přiblížila dříve (viz Obr. 40).



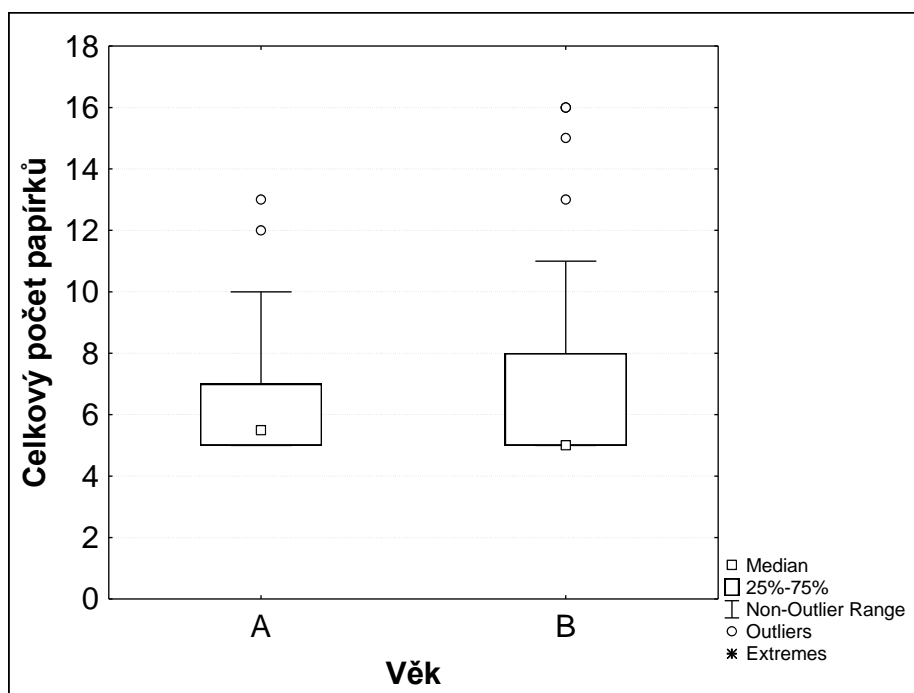
**Obr. 39** Vliv věku na celkovou latenci řešení (měřené od prvního přiblížení k trubičce po vyřešení) extrakční úlohy 1 u souborné skupiny mlád'at a dospělých jedinců. A-mlád'ata, B-dospělí ptáci



**Obr. 40** Vliv věku na první latenci přiblížení k trubičce v extrakční úloze 1 u souborné skupiny mláďat a dospělých jedinců 1. A – mláďata, B-dospělí ptáci

### 5.4.2 Extrakční úloha 2 (otáčení papírků)

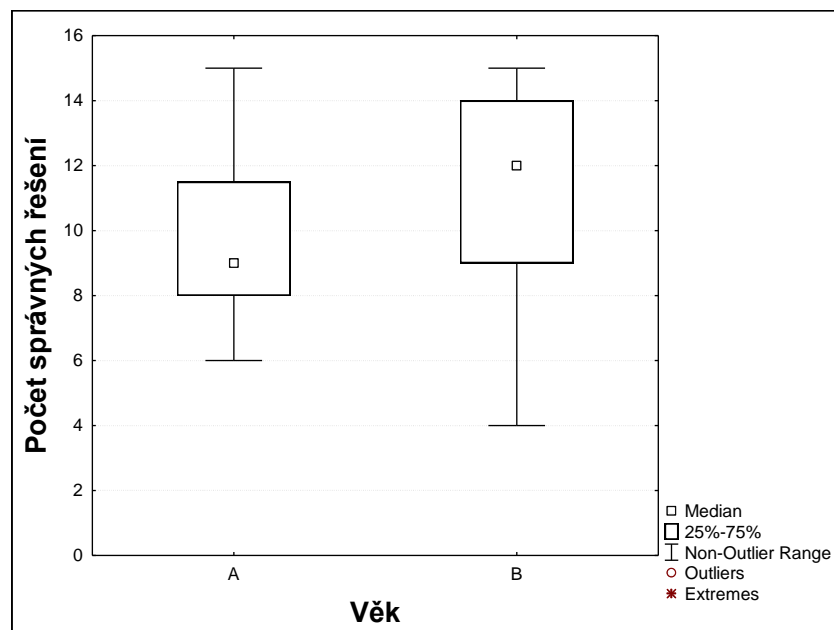
V rámci souborné skupiny mláďat a dospělých jedinců nebyl zjištěn vliv personality (glm ANOVA: Wald Stat.=2,682, Df=1, p=0,102), věku (glm ANOVA: Wald Stat.=2,656, Df=1, p=0,103) (viz Obr. 41) ani jejich interakce (glm ANOVA: Wald Stat.=0,007, Df=1 p=0,932) na celkový počet předložených papírků, než jedinci třikrát po sobě otočili papírek se zakrytým červem.



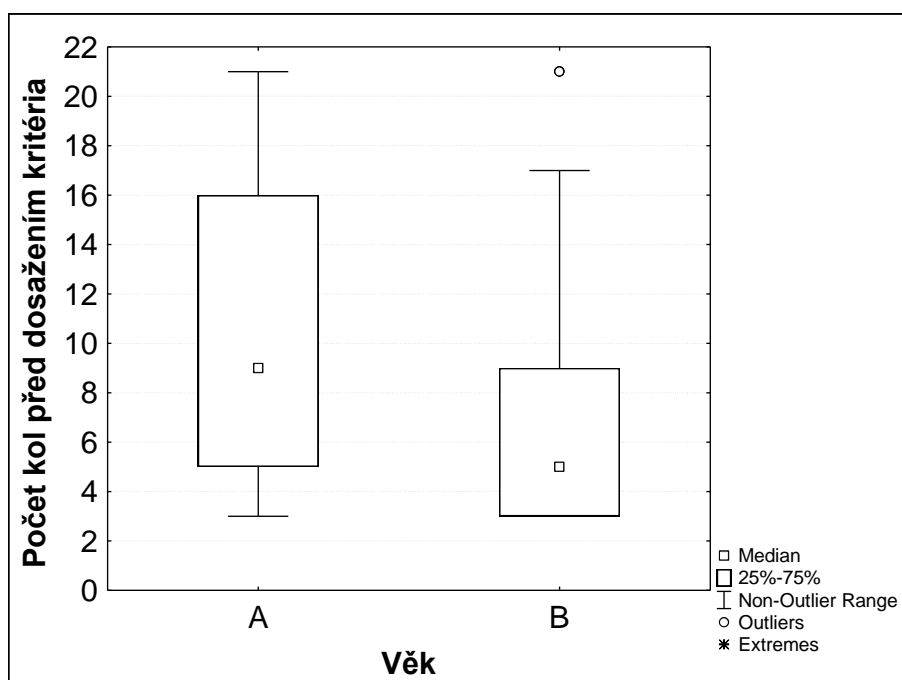
**Obr. 41** Vliv věku na celkový počet předložených papírků, než jedinci dosáhli kritéria naučení u souborné skupiny mláďat a dospělých jedinců. A – mláďata, B- dospělí ptáci

### 5.4.3 Pozitivní diskriminační učení ( $S^+/S^0$ )

V porovnání souborné skupiny mláďat a dospělých jedinců se jedinci průkazně lišili na základě věku v počtu správných řešení z 15 předložených (glm ANOVA: Wald Stat =6,001, Df=1, p=0,014) (viz Obr. 42). Vliv personality (glm ANOVA: Wald Stat.=0,449, Df=1, p=0,503) ani interakce věku a personality nebyly průkazné (glm ANOVA: Wald Stat.=0,128, Df=1, p=0,720). Stejně výsledky byly zjištěny i v počtu kol potřebných k dosažení kritéria naučení, kde byl také průkazný pouze vliv věku (glm ANOVA: Wald Stat =30,216, Df=1, p<0,001) (viz Obr. 43). Vliv personality (glm ANOVA: Wald Stat.=0,039, Df=1, p=0,843) ani interakce věku a personality nebyly průkazné (glm ANOVA: Wald Stat.=0,035, Df=1, p=0,851). Dospělí ptáci byli v řešení úlohy úspěšnější než mláďata. Vybírali si více správných papírků a také dříve dosáhli kritéria naučení. (viz Obr. 42 a 43)



**Obr. 42** Vliv věku na celkový počet správných řešení z 15 předložených papírků v pozitivním diskriminačním učení u souborné skupiny mláďat a dospělých ptáků. A-mláďata, B-dospělí ptáci

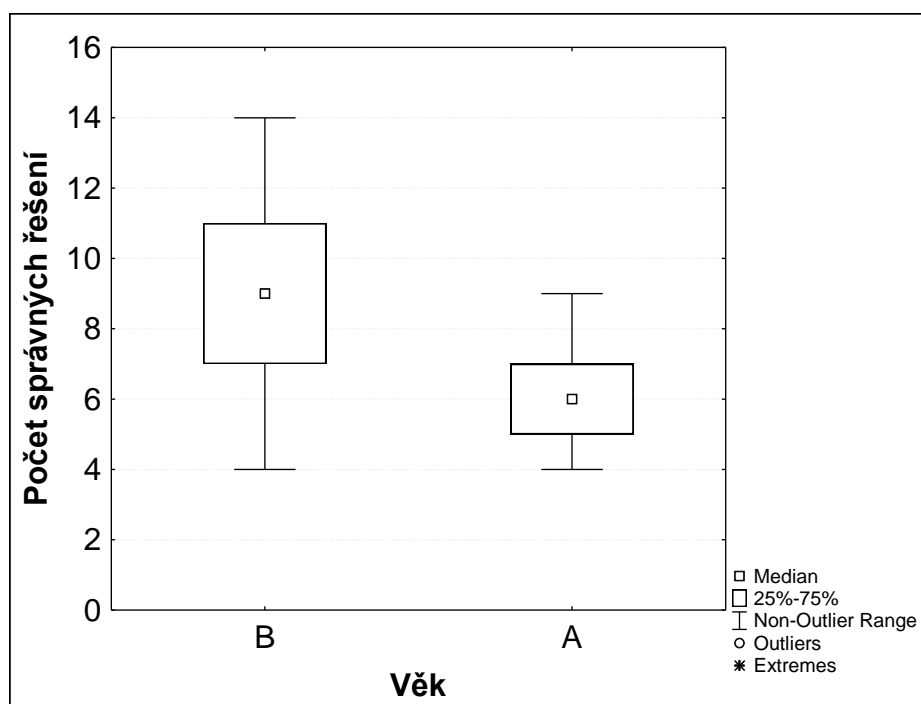


**Obr. 43** Vliv věku na počet kol před dosažením kritéria naučení v pozitivním diskriminačním učení u souborné skupiny mláďat a dospělých jedinců. A-mláďata, B-dospělí ptáci

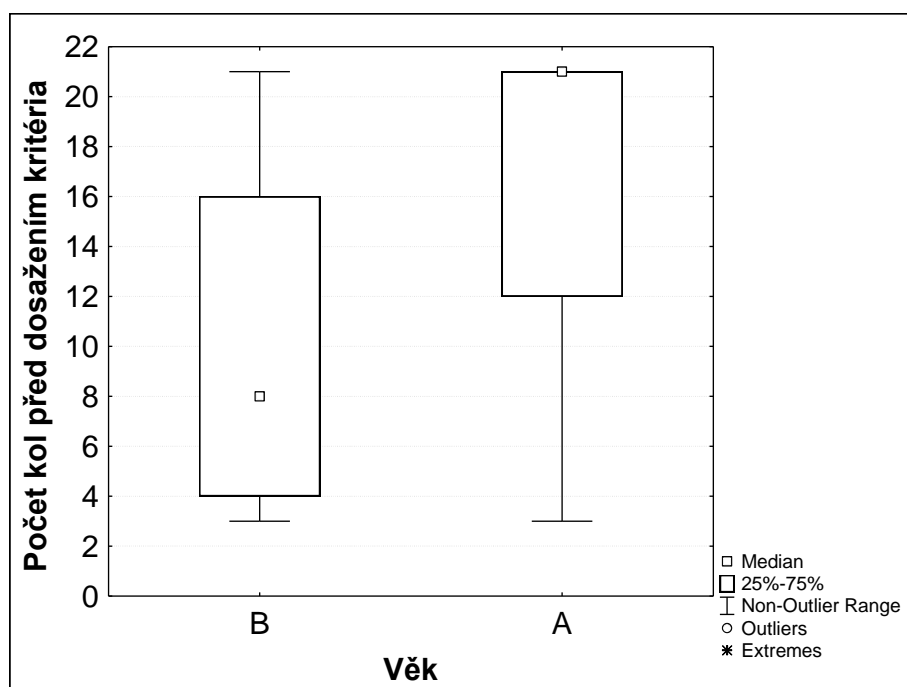
#### 5.4.4 Averzivní diskriminační učení ( $S^+/S^-$ )

U skupiny mláďat jsme měli pouze omezené množství dat. Nevyhodnocovali jsme proto pro ně úlohu samostatně, ale připojili jsme data k soubornému srovnání mláďat a dospělých jedinců.

U souborné skupiny byl průkazný vliv věku v případě celkového počtu správných řešení (glm ANOVA: Wald.Stat=14,253, Df=1,  $p=0,0002$ ) (viz Obr. 44), vliv personality (glm ANOVA: Wald.Stat =0,7395, Df=1,  $p=0,390$ ) ani interakce byly neprůkazné (glm ANOVA: Wald.Stat =0,3077, Df=1,  $p=0,579$ ). Stejné výsledky byly zjištěny i v počtu kol potřebných k dosažení kritéria naučení, na které měl vliv pouze věk ( $F=23,372$ ,  $p=0,000001$ , Df=1) (viz Obr. 45), personalita (glm ANOVA: Wald.Stat =0,219, Df=1,  $p=0,640$ ) ani jejich interakce (glm ANOVA: Wald.Stat =0,958, Df=1,  $p=0,328$ ) neměly vliv.

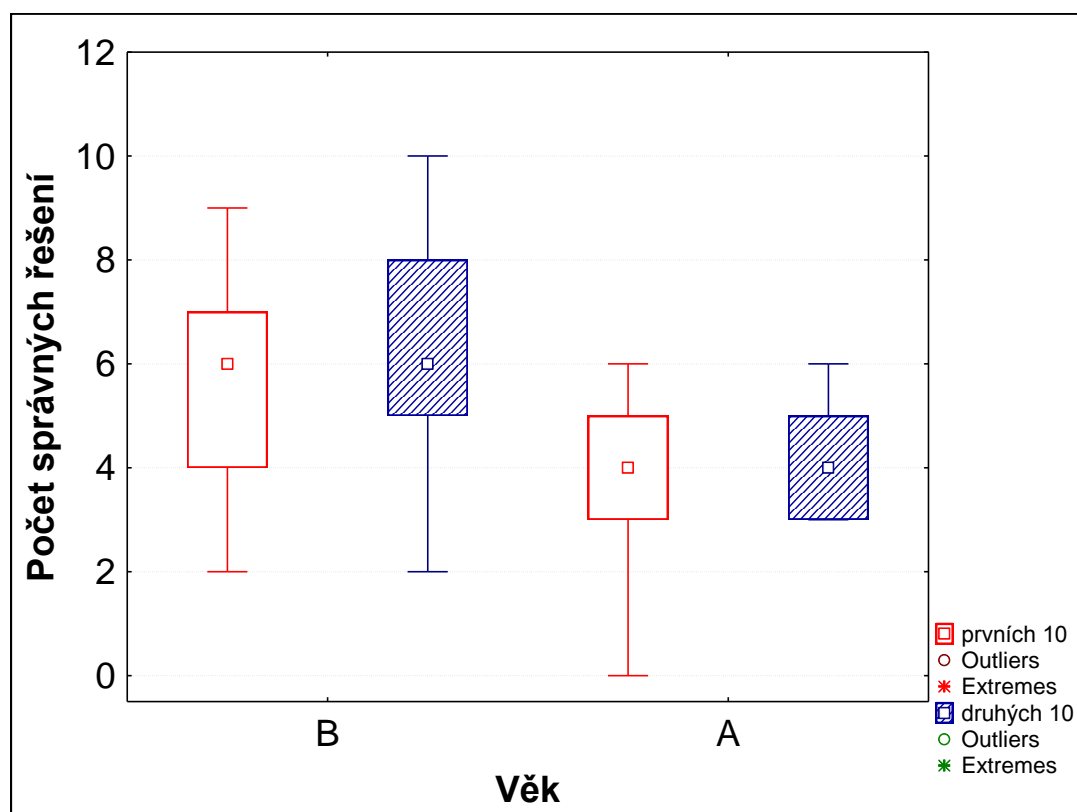


**Obr. 44.** Vliv věku na celkový počet správných řešení z 15 předložených papírků v averzivním diskriminačním učení u souborné skupiny ptáků. A- mláďata, B – dospělí ptáci



**Obr. 45** Vliv věku na celkový počet kol, než jedinci dosáhli kritéria naučení v averzivním diskriminačním učení u souborné skupiny ptáků. A- mlád'ata, B – dospělí ptáci

Mlád'ata mezi prvními a druhými deseti předloženými nepoučila (Wilcoxonův párový test:  $N=13$ ,  $Z=0,118$ ,  $p=0,906$ ) (viz Obr. 46). Výběr papírků v prvních deseti předloženích (Wilcoxonův signed-rank test:  $Z=-1,937$ ,  $p=0,974$ ) i v druhých deseti předloženích (Wilcoxonův signed-rank test:  $Z=-2,460$ ,  $p=0,993$ ) nebyl u mlád'at vyšší než by odpovídalo náhodnému výběru.



**Obr. 46** Vliv věku na poučení jedinců (hodnoceném jako srovnání počtu správných řešení z prvních deseti předložení s počtem správných řešení z druhých deseti předložení) v averzivním diskriminačním učení. A – mláďata, B – dospělí ptáci

## 6 Diskuze

### 6.1 Personalita u sýkor koňader

Chování sýkor koňader je velmi variabilní, přesto lze na základě jejich exploračního chování vysledovat dva rozlišné typy personality. U mláďat i dospělých jedinců jsme na základě jejich explorační pokusné klece a reakce na neznámý růžový zvýrazňovač určili personalitu. U mláďat i u dospělých jsme zaznamenali jak typy personality Slow, tak i Fast.

Ve shodě s pracemi Fuchsové (2007) a Ježové (2008) spolu pozitivně korelovaly latence přiblížení k novému objektu a latence klovnutí do něj. Tyto latence negativně korelovaly s celkovou dobou strávenou klováním do nového objektu. Slow mláďata i dospělí jedinci byli opatrnější. Ke zvýrazňovači se přibližovali později a déle jim trvalo, než do něj poprvé klovuli. Podobné chování u Slow jedinců bylo zjištěno vůči různým novým předmětům jako například gumové postavičky růžového pantera či tužkové baterii (Veerbeek et al., 1994), modré propisce Fuchsová (2007) a Ježová (2008) či dílku ze stavebnice Lego (Frost et al., 2007). Slow jedinci manipulovali s kořistí nabízenou v novém prostředí až po delší době.

Pokud jedincům byla nabídnuta nová potrava, kterou představoval cvrček s nalepeným růžovým štítkem, Slow mláďata i dospělí jedinci déle váhali, než s ním začali manipulovat. Fast jedinci byli odvážnější a ochotněji začlenili novou potravu do svého jídelníčku. Tento výsledek je u mláďat ve shodě s prací Fuchsové (2007), u dospělých jedinců se však výsledky liší. Fuchsová (2007) zaznamenala, že Slow mláďata byla opatrnější, u dospělých jedinců však nebyl vliv personality na manipulaci s novou potravou průkazný. Další novou potravu představoval červ nalepený na papírku, který byl jedincům předkládán v druhé extrakční úloze. Slow mláďata se chovala podobně jako k cvrčkovi s nalepeným štítkem. Začala s ním manipulovat později než Fast jedinci. Rozdíl však nebyl tak výrazný. Mezi dospělými ptáky se reakce na papírek s nalepeným červem mezi jedinci odlišných osobností nelišila. Téměř všichni dospělí ptáci si papírek vzali podobně rychle jako samotného červa. Nebyli tedy vůči papírku neofobní.

Ochota riskovat by měla souviset s typem personality jedince. Van Oers et al. (2004a) porovnávali u odchovaných sýkor koňader latence navracení k potravě po vyrušení. Zjistili, že tyto latence byly korelované s exploračním chováním. Fast sýkory se navracely po vyrušení dříve, Slow sýkory byly opatrnější. V případě vyhodnocení Startle reakce jsme podobné výrazné rozdíly v latencích nepozorovali. Fast mláďata a Fast jedinci v rámci souborné skupiny se vraceli k potravě o něco dříve než Slow jedinci. U skupiny dospělých jedinců se doba navracení k potravě mezi Fast a Slow jedinci nelišila. Daný výsledek může být



způsobený tím, že pohyb karuselem nepředstavoval pro jedince dostatečně silné vyrušení jako v případě použitého sklápěcího mechanismu v práci van Oerse et al. (2004a). Jako další možné vysvětlení lze přičíst skutečnost, že dospělí ptáci odchycení z městského prostředí jsou zvyklí na větší ruch a nenadálé události. Jejich reakce na vyrušení jsou proto v porovnání s naivními jedinci odchovanými v klidném prostředí méně výrazné a rozdíl mezi jedinci odlišných personalit se neprojeví. Fuchsová (2007) zjistila u mlád'at i dospělých jedinců pozitivní korelaci mezi testem na nové prostředí a testem na vyrušení, kdy jedinci, kteří déle explorovali nové prostředí a začali manipulovat později s nabídnutým červem, se také později po vyrušení vraceli k potravě.

Hodnota dechové frekvence sýkor by měla souviset se stresem při manipulaci a tím vypovídat o typu personality jedince. Carere a van Oers (2004) ve své studii zaznamenali vyšší dechovou frekvenci u Slow jedinců. Stejné výsledky jsme zjistili u Slow mlád'at, dospělých jedinců i v rámci souborné skupiny. Slow jedinci se hůře vyrovnávali s vyrušením a byli více stresováni. Výsledky obou dechových frekvencí pozitivně korelovaly s testem na nové prostředí. Fučíková (2009) zjistila u 14ti-denních mlád'at opačné výsledky, kdy pozitivně korelovaly hodnoty exploračního skóre s hodnotou dechové frekvence. Fast mlád'ata tedy hůře reagovala na stres vzniklý z důsledku izolace a následné manipulace při odchycení. V práci Fuchsové (2007) ani Ježové (2008) však nebyl zaznamenán vliv personality na dechovou frekvenci mlád'at ani dospělých jedinců. U mladých sýkor modřinek to Ježová zdůvodňuje tak, že mlád'ata více vnímají stresové podněty z okolí a ty mohou stírat vliv personality na jejich dechovou frekvenci.

### **Porovnání mlád'at a dospělých jedinců**

Mlád'ata se ve svém chování lišila od dospělých ptáků. Trvalo jim déle, než začala manipulovat s červem v novém prostředí. To vypovídá o tom, že si na nové prostředí déle zvykala a déle jej prozkoumávala. Dané zjištěné chování by mohlo být způsobené tím, že odchycení ptáci z volné přírody byli zvyklí na rozsáhlý volný prostor, ale mlád'ata, která byla odchovaná jen v malé kleci, jen pozvolna prozkoumávala větší prostor. Výrazně delší manipulaci s červem v novém prostředí zaznamenala u mlád'at sýkor modřinek také Ježová (2008).

Mlád'ata se více zajímala o nový objekt, dříve k němu přistoupila i do něj začala klovat a strávila klováním také celkově více času. To odráží přirozené chování mladých koňader, které se učí klováním do různých předmětů poznávat svoje okolí. Toto chování jsem pozorovala během odchovu mlád'at i později během pokusů. V mezidruhovém srovnání sýkor

bylo zjištěno, že mláďata sýkor koňader byla odvážnější, a dříve než mláďata sýkor modřinek se přiblížila k novému objektu a déle a častěji do něj klovala (Ježová, 2008).

Mláďata začala později manipulovat s novou potravou (cvrčkem s růžovým štítkem) i s červem nalepeným na papírku. Shodné výsledky u mláďat sýkor modřinek zjistila i Ježová (2008). Větší opatrnost mláďat by mohla být interpretována tak, že pro ně nebyla nová jen barva štítku na kořisti, ale i samotná kořist a způsob jejího pohybu, neboť ručně odchovaná mláďata se do té doby setkala s živou kořistí jen v podobě moučného červa, kterými byla krmena. Fuchsová (2007) u sýkor koňader zjistila, že ochota manipulovat s novou potravou vzrůstá s věkem jedinců.

Reakce na vyrušení se mezi mláďaty a dospělými ptáky příliš nelišila. To může souviset s tím, že pohyb karuselem pro jedince nepředstavoval dostatečně silný podnět. U skupiny mláďat i dospělých jedinců se vyskytovali ptáci, kteří se vrátili k potravě brzy po vyrušení, i ptáci, kteří se vrátili až po delší době. Tento výsledek se neshoduje s prací Ježové (2008), která uvádí, že mláďata sýkor modřinek i koňader se navracela k potravě dříve než dospělí jedinci. V mezidruhovém srovnání zjistila, že mláďata sýkor modřinek jsou odvážnější a dříve se vracejí po vyrušení k potravě než mláďata koňader.

V porovnání mláďat a dospělých jedinců jsme zjistili vyšší hodnoty dechové frekvence u mláďat. Tento výsledek se neshoduje s pracemi Ježové (2008) a Fuchsové (2007), které u mláďat naměřily naopak nižší počet dechů za 1 minutu. Nižší dechová frekvence mohla odrážet to, že mláďata byla zvyklá na pravidelnou manipulaci, a tak i po odchycení známým chovatelem byla méně stresovaná. V našem pokusu jsme měřili dechovou frekvenci pouze po dobu 15 sekund a vyšší hodnota dechové frekvence by mohla odrážet silnější reakci na okamžitý stres.

## **6.2 Vyhodnocení jednotlivých kognitivních úloh – vliv personality a věku**

### **6.2.1 Extrakční úloha 1 (trubička)**

#### **Vliv personality:**

Předpokládali jsme, že v řešení této úlohy se projeví vlastnosti charakteristické pro určitý typ personality. Pro Fast sýkory koňadry je typická povrchní explorace a také tvorba rutinního chování (Verbeek et al., 1994) a větší ochota riskovat (van Oers et al, 2004), u Slow jedinců naopak důslednější, ale obezřetnější explorace a plastičtější chování (Verbeek et al., 1994). U Fast jedinců jsme proto očekávali, že budou při řešení úlohy odvážnější, razantněji se budou pokoušet vytáhnout zarážku a rychleji tak úlohu vyřeší. Dále jsme předpokládali, že pokud se jim nebude dařit zarážku odstranit určitým způsobem, ztratí o řešení zájem a nebudou se již

pokoušet o nové způsoby otevření. U Slow jedinců jsme naopak předpokládali, že se budou více obávat samotné konstrukce, budou trubičku déle pozorovat a také déle váhat, než začnou úlohu řešit. Pokud již však úlohu začnou řešit, budou vytrvalejší. V případě, že se jim nebude dařit vytáhnout zarážku, budou to déle zkoušet. I po neúspěšném pokusu o otevření se v dalším kole znovu pokusí úlohu vyřešit. Na větší inovativnost u Slow sýkor koňader poukazuje Verbeek et al. (1994).

U mláďat ani dospělých jedinců se nelišila mezi Fast a Slow jedinci úspěšnost při řešení úlohy. Může to být způsobeno právě tím, že Fast a Slow jedinci by mohli k řešení používat odlišné strategie, a tak nakonec stejně rychle dojít k výsledku. Slow jedinci by mohli být při řešení celkově vytrvalejší a Fast jedinci by mohli začít řešit úlohu dříve a rychleji ji vyřešit. Mezi Fast a Slow jedinci by se dal očekávat rozdíl v prvním přiblížení k trubičce, ale ten se mezi Fast a Slow jedinci nelišil. Jelikož nebyly zjištěny signifikantní rozdíly v úspěšnosti mezi Fast a Slow jedinci, bude v dalším výzkumu brán zřetel na podrobnější vyhodnocení jednotlivých prvků chování z pořízených videozáznamů se zaměřením na způsob řešení této extrakční úlohy. Porovnat by se mohly délky a počty pokusů o otevření či způsoby manipulace se zarážkou.

Cole et al. (2011) v podobném typu extrakční úlohy, ve které juvenilní a dospělé sýkory koňadry vytahovaly dřevěnou zarážku z plastové trubičky, aby získaly potravu, také neprokázali vliv personality jedinců na úspěšné vyřešení úlohy. Dané výsledky zdůvodňují tak, že vztah mezi exploračním chováním a úlohami zaměřenými na vyřešení problému závisí především na typu úlohy a druhu testovaných jedinců.

### **Vliv věku:**

Úspěšnost v úloze se však lišila mezi jedinci různého věku. V porovnání mláďat a dospělých jedinců byli úspěšnější dospělí ptáci, kteří úlohu vyřešili rychleji. Pokud ale byly v naší práci porovnány rozdíly v řešení úlohy mezi dospělými ptáky, bylo zjištěno, že u mladších ptáků do jednoho roku byla naměřena kratší celková latence řešení než u ptáků starších než jeden rok. Větší úspěšnost dospělých jedinců by mohla souviset s tím, že se během života v přírodě učí různými způsoby získávat potravu. Jako příklad lze uvést používání jehličí z borovic k získávání larev hmyzu z kůry stromů (Duyck a Duyck, 1984 ex Cole et al., 2011). Odchovaným mláďatům tyto zkušenosti chybí a trvá jim tak déle, než zarážku odstraní.

Podobné výsledky u dospělých jedinců zjistili ve své práci i Cole et al. (2011), kde podobný typ extrakční úlohy vyřešili rychleji odchycené juvenilní sýkory koňadry (mladší než 1 rok) než starší jedinci, ale pouze v některých sezónách. Zjištěné rozdíly mezi jedinci

autoři zdůvodňují zejména odlišnými individuálními inovativními schopnostmi při řešení problémů. Další podobnou extrakční úlohu, kde sýkory koňadry a sýkory modřinky musely odstranit 2 zarážky v plastové trubičce, aby tak uvolnily odměnu v podobě 30 slunečnicových semínek, je práce Morand-Ferrona et al. (2011). Také zde byl prokázán vliv věku na inovativní schopnosti jedinců. Zde však byla naopak úspěšnější mláďata. Větší úspěšnost mláďat vysvětlují ne lepšími technickými či kognitivními schopnostmi, ale zejména tím, že juvenilové v přírodě jsou nuceni více využívat alternativní zdroje potravy. V dalších pracích zabývajících se inovativním chováním při řešení problémů nebyl zjištěn vliv věku u samců lemčiků hedvábných (*Ptilonorhynchus violaceus*), kteří v jedné úloze museli odstranit plastovou nádobu, pod kterou byly ukryty červené předměty, a v druhém typu úlohy naopak tyto předměty zakrývali různými materiály (Keagy et al, 2009). U nestorů kea (*Nestor notabilis*) byli v otvírání košů s odpadky naopak úspěšnější dospělí jedinci než juvenilní ptáci (Gajdon et. al., 2006).

Jako jedno z vysvětlení delší latence vyřešení úlohy u mláďat by se mohlo hledat ve větší neofobii vůči neznámému předmětu, plastové trubičce, která byla umístěna do jejich klece. Mláďata by si v takovém případě mohla trubičku ze začátku jen prohlížet a déle váhat se k ní přiblížit a začít úlohu řešit. U mláďat jsme však naopak zjistili, že se poprvé přiblížila k trubičce dříve než dospělí jedinci. To vypovídá o tom, že se mláďata konstrukce s trubičkou nebála, naopak se o ni zajímala. Stejně tak se mláďata více zajímala o nový předmět umístěný do jejich domovské klece (test na nový objekt).

Celková latence řešení byla měřena od prvního přiblížení k trubičce po vyřešení úlohy. Delší latence pak mohou být způsobené také tím, že řada mláďat úlohu nezačala vůbec řešit či při jejím řešení byla neúspěšná. Dalším vysvětlením by mohl být nezájem jedinců či jejich menší pozornost. Mláďata do té doby neměla potřebu hledat potravu (červa) na jiném místě než na karuselu nebo v misce umístěné v kleci. Konstrukce s trubičkou je tak mohla primárně lákat spíše ke hraní (oklovávání trubičky, pohyb po trubičce) a teprve později zkusila zarážku vytáhnout. Řada mláďat se více zajímala o samotnou konstrukci, pohybovala se po hliníkové tyči, na níž byla trubička umístěna, či klovala do lepicí pásky, jíž byla trubička připevněna a přítomnost červa tak nezaznamenala. Vliv na úspěšné vyřešení úlohy má samozřejmě také šikovnost jedinců při řešení úlohy. V úloze byli jedinci, kteří zarážku vytáhli během několika sekund, i jedinci, kteří naopak pět minut klovali do zarážky z obou stran, a nepodařilo se jim ji vytáhnout.

Mladší a starší dospělí ptáci se výrazně nelišili v prvním přiblížení k trubičce, ale mladší ptáci dříve úlohu vyřešili a dosáhli tak celkově nižší latence vyřešení. Výsledky by mohly být

interpretovány tak, že mladší ptáci byli odvážnější. Pokud se již přiblížili k trubičce, neváhali a úlohu rychle vyřešili.

## **6.2.2 Extrakční úloha 2 (otáčení papírků)**

### **Vliv věku a personality:**

Pokud byl ptákům předložen zakrytý papírek s červem nalepeným naspodu, ptáci na papírek nereagovali, proto bylo třeba zařadit postupný trénink, v němž se jedinci učili spojit si papírek s nalepenou potravou. Podobný design pokusu, kdy byla jedincům předkládána kořist nalepená lepidlem na barevných papírcích stejné velikosti jako v našem experimentu, použili ve své práci Ham et al. (2006). Autoři však nevyhodnocovali schopnost jedinců naučit se zacházet s papírky, ale postupně jim je předkládali do jejich domovských klecí, aby se s nimi ptáci naučili manipulovat během tréninku před samotným diskriminačním učením. Naše úloha tak s podobnými studiemi nemůže být srovnána.

Při tréninku v našem experimentu se jedinci ve svých reakcích značně lišili. Dle těchto reakcí je bylo možné rozdělit na dvě skupiny. První skupina ptáků („rychlí“) vyřešila úlohu okamžitě. Manipulovali ochotně s papírky, i když byl červ postupně zakrýván, a pokud jim byl předložen papírek se zakrytým červem, nedošlo u nich ke zpomalení a papírek si odnesli. Naopak druhá skupina ptáků („pomalí“) byla v učení méně úspěšná. Často při některé fázi předkládání odmítli manipulovat s papírkem a bylo jim nutné předložit papírek s červem, který byl zčásti viditelný. Nejčastěji se ptáci „zasekli“ v případě, že jim byl předložen papírek s červem, který nebyl viditelný. Většinou s ním několik kol vůbec nemanipulovali.

Celkový počet papírků, který jedinci potřebovali, než dosáhli kritéria tří otočení papírků se zakrytým červem, nesouvisel s typem personality jedinců. Tento počet se nelišil u mlád'at ani u dospělých ptáků. Nelišil se ani mezi jedinci různého věku. Vliv věku nebyl prokázán v rámci souborné skupiny ani u dospělých ptáků. Tento výsledek naznačuje, že sice lze vysledovat odlišné chování, které však nelze vysvětlit personalitou ani věkem jedinců. Skupina Fast i Slow ptáků tak obsahuje „rychlé“ i „pomalé“ jedince. Úspěšnost při řešení úlohy tak může souviset s odlišnými asociačními schopnostmi jedinců při spojování papírků s potravou. Vliv může mít také různá potravní motivace či zájem jedinců.

U dospělých ptáků však byla statisticky průkazná interakce personality a věku. U Fast jedinců se výsledky otáčení papírků lišily u mladších a starších ptáků. Starší Fast ptáci potřebovali více předložení papírků, než dosáhli kritéria naučení. U Slow jedinců neměl jejich věk vliv na celkový počet papírků. Horší výsledky starších Fast jedinců by mohly být interpretovány tak, že pokud Fast ptáci vidí červa nalepeného na papírku, tak s papírkem manipulují. Pokud se však papírek otočí a červ není vidět, starší Fast ptáci si ho nespojí

s potravou a ztratí o takový papírek zájem a je jim potřeba předložit papírek s částečně viditelným červem.

### **6.2.3 Pozitivní diskriminační učení ( $S^+/S^0$ )**

Ptáci nepreferovali žlutou ani zelenou barvu. Úspěšnost v pozitivním diskriminačním učení by tak neměla být ovlivněna tím, zda byl pozitivní podnět umístěn pod žlutý či zelený papírek. Preference pro určitou barvu také nebyla zjištěna v práci Hama et al. (2006), kteří předkládali sýkorám koňadrám v preferenčním testu červené, žluté, oranžové a šedé papírky, pod nimiž byla umístěna kořist.

Ptáci se učili diskriminovat mezi pozitivním podnětem (papírkem s nalepeným červem) a neutrálním podnětem (papírkem se slupkou od slunečnice). Podobný typ úlohy, kdy se kuřata učila rozlišovat mezi barevnými papírovými čepičkami s potravou (pozitivní podnět) a čepičkami bez odměny (neutrální podnět) testovali Osorio et al. (1999) či Rowe et al. (2002). Kuřata se naučila diskriminovat odměňované symboly.

#### **Vliv personality:**

Fast a Slow jedinci se nelišili v úspěšnosti řešení úlohy v žádné testované skupině. Při výběru správných papírků z 15 předložených se jim dařilo v porovnání s výběrem v averzivním diskriminačním učení lépe. Vyloučili jsme, že by byl výběr papírku v první i druhé sérii předkládání náhodný. Už v prvních deseti předloženích byl počet správných odpovědí vyšší, než by odpovídalo náhodě. To naznačuje, že úloha pro jedince nebyla příliš složitá. Fast i Slow jedinci se naučili, pod kterým papírkem se skrývá odměna a pod kterým pouze slupka od slunečnice, a častěji si brali právě ten s červem. Stejný závěr lze vyvodit i z brzkého dosažení kritéria tři po sobě jdoucích odměňovaných papírků, což opět svědčí o úspěšném zvládnutí úlohy u většiny jedinců. Podobné výsledky zjistili i Carere et al. (2003b), u sýkor koňader, které vyhledávaly potravu na základě vizuální značky umístěné na jedné z devíti misek. Fast a Slow sýkory koňadry se nelišily v počtu nesprávně navštívených misek (v počtu chyb).

#### **Vliv věku:**

Mláďata a dospělí jedinci se lišili ve výběru správných papírků i v počtu kol před dosažením kritéria naučení. Dospělí ptáci si vybírali více správných papírků a kritéria naučení dosáhli dříve než mláďata. Větší úspěšnost starších ptáků se projevila i ve vyšším počtu vybraných správných papírků v druhých deseti předloženích. K průkaznému zlepšení došlo u mláďat, u dospělých ptáků bylo pouze marginální, což souvisí s faktem, že již v první desítky

si vybírali hodně správných papírků, a proto u nich není zlepšení tak výrazné. U skupiny dospělých ptáků se starší a mladší ptáci nelišili v počtu správně vybraných papírků z 15 předložení, starší ptáci však dříve dosáhli kritéria naučení.

U mláďat se jeví jako pravděpodobné vysvětlení to, že zacházela s papírky jinak než dospělí ptáci. Tento rozdíl mohl souviset s odlišnou motivací. Dospělí ptáci po otočení zeleného papírku se slupkou nejčastěji papírek zahodili a již se o něj dále nezajímali. Naopak mláďata si papírek se slupkou často odnášela, hrála si s ním, klovala do slupky či trhala papírek. Vliv zde mohou mít také zkušenosti dospělých ptáků, kteří z přírody ví, že potrava může být v nedostatku, a proto se na výběr více soustředí. Naopak u mláďat po částečném zasycení převáží hravé chování a výběru papírku nevěnují patřičnou pozornost. Rozdíl v počtu kol před dosažením kritéria naučení nebyl u dospělých ptáků moc výrazný. Větší úspěšnost dospělých ptáků starších než jeden rok by mohla být ovlivněna opět jejich většími zkušenostmi. K poučení došlo u mláďat i dospělých jedinců.

#### **6.2.4 Averzivní diskriminační učení ( $S^+/S^-$ )**

V pozitivním diskriminačním učení si jedinci vybírali mezi odměnou v podobě jedlého červa a mezi neutrálním podnětem, který představovala nejedlá slupka od slunečnice. Špatný výběr papírků pro jedince představoval pouze zdržení, v případě averzivního diskriminačního učení však konzumaci hořké kořisti. Rozlišování kvality potravy může v přírodě představovat důležitou vlastnost, která může mít vliv na přežívání jedinců. Jako negativní podnět v našem experimentu byl zvolen papírek s nalepeným červem postříkaným Bitter sprayem. Bitter spray obsahuje velmi hořkou látku denatonium benzoát, tzv. bitrex, která je pro ptáky averzivní a netoxická. Nevývolává u nich zvracení. (Skelhorn a Rowe, 2010). V našem pokusu žádný pták nezvracel, několik jich celého červa nebo jeho část vyvrhla, ale většina červa sežrala.

#### **Vliv personality:**

Úspěšnost v úloze se lišila mezi Fast a Slow jedinci. Slow jedinci potřebovali nižší počet kol k dosažení kritéria naučení. Větší úspěšnost Slow jedinců v averzivní diskriminační úloze ve své práci zjistili také Budaev a Zhuikow (1998 ex Budaev a Zworykin, 2002). V jejich práci se Slow živorodky duhové naučily dříve vyhýbat averzivnímu podnětu. Podobné výsledky zjistili i Exnerová et al. (2010), kteří prokázali, že se Slow mláďata naučila dříve odmítat předkládanou nechutnou plošnici *Pyrrhocoris apterus*.

Pokud byla úloha vyhodnocována jako celkový počet správných řešení z 15 předložení, nebyl zjištěn vliv personality. To by mohlo být způsobené tím, že se Fast jedinci naučili úlohu

sice později, ale dostatečně rychle na to, aby se během 20 předložení naučili vybírat odměňované papírky.

Pro větší úspěšnost Slow jedinců svědčí i výsledky, v nichž bylo porovnáváno, zda se jedinci během prvních deseti předložení poučili a v druhých deseti předkládáních si již vybírali více správných odpovědí. U skupiny dospělých ptáků si Slow jedinci v druhých deseti předloženích vybrali více správných papírků.

### **Vliv věku:**

Věk měl podstatný vliv na úspěšnost jedinců v averzivním diskriminačním učení. Mláďata se nedokázala v daném limitu naučit rozlišovat mezi averzivním a pozitivním podnětem. Jejich výběr se v prvních i druhých deseti předloženích nelišil od náhody. Mladším ptákům do jednoho roku trvalo déle než starším jedincům, než se úlohu naučili.

Mláďata se do té doby nesetkala s jinými než jedlými červy, jimiž byla od útlého věku krmena. Je tedy možné, že i přesto, že červ postříkaný Bitter sprayem představoval v porovnání s jedlým červem horší potravu, mláďata si jej stejně vybírala, neboť se naučila, že tak vypadá potrava. V případě, že se mláďata učila vyhýbat aposematické kořsti, úlohu se naučila. Larvy i dospělci ruměnice pospolné jsou chráněny aposematickým zbarvením a mají pachové žlázy, jejichž výměšek může obsahovat až 35 chemických látek (Farine et al, 1992). Tyto látky mohou u jedinců po jejich konzumaci vyvolat nevolnost a zvracení (Exnerová et al. 2003). Tyto silnější reakce na plošnici mohou jedincům napomoci se úlohu naučit. Skelhorn et al. (2004) zjistili u kuřat kura domácího (*Gallus gallus domesticus*), že míra nepalatability výrazně zbarvené kořisti měla vliv na úspěšnost naivních predátorů v diskriminačním učení. Jako kořist byla použita běžná potrava, která byla nabarvená na zeleno a na červeně a různá míra nepalatability byla dosažena pomocí macerování v různě koncentrovaném roztoku chinin sulfátu. Zvýšení nepalatability kořisti urychlilo učení. Kuřata si následující den si svoji zkušenost s kořistí zapamatovala a napadala méně nechutné kořisti.

Dospělí ptáci, kteří se v přírodě často setkávají i s nevhodnou potravou, tak mohli hořkého červa vyhodnotit jako zkaženou potravu a ve svém výběru preferovali právě jedlého červa pod bílým papírkem. Mladší ptáci do jednoho roku se úlohu naučili, ale hůře než ptáci starší než jeden rok. Ptáci do jednoho roku, kteří byli odchyceni v průběhu své první zimy, nemuseli ještě nasbírat dostatek zkušeností o kvalitě potravy. Zejména u výsledků averzivního diskriminačního učení se ukázalo, jak důležité jsou pro jedince zkušenosti, které získávají během života.

To, že se mladší a starší dospělí ptáci lišili v dosažení kritéria, ale nelišili se již v celkovém počtu správných odpovědí, by mohlo být vysvětlováno tím, že se v průběhu učící sekvence a



následné fáze předkládání částečně zasytili nabízenou potravou a jejich pozornost při dalším výběru poklesla. Dalším vysvětlením by mohlo být to, že se mladší a starší dospělí ptáci naučili úlohu rozdílně rychle, ale u obou skupin dostatečně rychle na to, aby se výsledky v celkovém porovnání správně vybraných papírků vyrovnaly. Výrazný rozdíl mezi mláďaty a dospělými ptáky se projevil již v dosažení kritéria naučení úlohy, kdy ho řada mláďat ani nedosáhla.

### 6.2.5 Averzivní učení s plošticí

V naší práci se většina odchovaných naivních mláďat kořisti nevyhýbala. To svědčí o tom, že sýkory koňadry nemají vrozenou averzi vůči aposematické plošticí *Pyrrhocoris apterus*. Tento výsledek je ve shodě s pracemi Exnerové et al. (2007) a Svádové et al. (2009), které uvádějí, že naivní mláďata sýkor koňader nemají vrozenou averzi vůči červenočernému zbarvení aposematické plošticí *Pyrrhocoris apterus*. Rozporné výsledky u sýkor koňader naopak zjistili Lindström et al. (1999), kteří mláďatům a dospělým jedincům předkládali žluto-černě nabarvené červy, vůči kterým reagovaly sýkory averzivně. Toto chování lze interpretovat jako vrozenou averzi vůči aposematickému zbarvení. Tyto rozdílné reakce v chování sýkor koňader mohou být způsobeny odlišným designem pokusu či použitím jiného typu kořisti (Gamberale-Stille a Tullberg, 2001).

Dá se tedy očekávat, že mláďata budou zkoušet s kořistí manipulovat a ochutnávat ji, než se naučí spojit si výstražné zbarvení s nepalabilitou kořisti. Počet jedinců, kteří první den manipulovali s alespoň jednou plošticí, se nelišil v závislosti na personalitě. Pokud Fast jedinci zkusili s plošticemi manipulovat, tak při tom většinou alespoň nějakou zabili. U Slow mláďat více jedinců s plošticemi jen opatrně manipulovalo a plošticí nezabíjeli. Při porovnání reakce na první manipulovanou plošticí mezi Fast a Slow jedinci jsme zjistili, že latence manipulace s plošticí byla delší u Slow mláďat. Slow mláďata si déle novou neznámou kořist prohlížela a více váhala s ní zkusit manipulovat. Delší latenci manipulace s první nabízenou plošticí u Slow jedinců zjistili i Exnerová et al. (2010). Zjištěný výsledek odpovídá popisu exploračních strategií Fast a Slow jedinců, kdy explorace Slow jedinců je pomalejší, ale obezřetnější (Verbeek et al., 1994). U sýkor modřinek nebyl prokázán vliv personality na přiblížení se k aposematické kořisti ani na manipulaci s ní. Typ personality u sýkor modřinek neovlivňuje jejich reakci na aposematickou kořist (Ježová, 2008).

Dále jsme vyhodnocovali průběh učení pouze u jedinců, kteří první den s plošticemi manipulovali. Slow mláďata se rychleji naučila plošticí odmítat a celkově manipulovala během učicí sekvence s méně plošticemi. Stejně výsledky zjistila i Fuchsová (2007), kdy jedinci manipulovali s menším množstvím aposematických ploštic a také jich méně zabili a

zkonzumovali. Stejné výsledky zaznamenali i Exnerová et al. (2010), kdy Slow mláďata nejen manipulovala s menším množstvím ploštic, ale také se jim naučila rychleji vyhýbat. Mortalita ploštic (poměru počtu zabitých ploštic z celkového počtu napadených ploštic v prvním dni) se mezi Fast a Slow mláďaty nelišila. V práci Exnerové et al. (2010) se mezi Fast a Slow jedinci nelišila relativní mortalita napadených ploštic. Fast jedinci ale celkově napadli více ploštic, takže i celková mortalita ploštic způsobená Fast jedinci byla vyšší.

Větší úspěšnost Slow jedinců může být způsobená tím, že chování Slow jedinců je více flexibilní, lépe reagují na změny (Verbeek et al, 1994) a také snáze mění své potravní rutinní chování (Marchetti a Drent, 2000).

V paměťovém testu došlo k poučení u Fast i Slow jedinců v počtu manipulovaných i zabitých ploštic. Stejné výsledky zjistili i Exnerová et al (2010), kdy si Fast i Slow jedinci zapamatovali svoji zkušenost s plošticí. U Slow jedinců také druhá den naměřili delší latence manipulace s plošticemi.

### **6.3 Korelace mezi kognitivními úlohami**

V naší práci vzájemně nekorelovaly výsledky všech kognitivních úloh. Korelovaly spolu pouze některé a korelace se lišily i mezi mláďaty a dospělými ptáky. Tyto výsledky svědčí o tom, že se jedinci byli úspěšní jen při řešení určitých úloh.

U mláďat spolu pozitivně korelovaly výsledky obou extrakčních úloh. Čím déle trvalo jedincům, než se naučili manipulovat s papírky (než dosáhli kritéria naučení), tím u nich byla také delší celková latence vyřešení první extrakční úlohy (trubičky). Pozitivní korelaci mezi podobnými typy úloh zjistili u koní také Heird et al. (1986) a při řešení dvou typů extrakčních úloh zaměřených na inovativní chování u sýkor koňader také Cole et al. (2011). To naznačuje, že jedinci jsou specializovaní na řešení podobných typů úloh. Výsledky extrakčních úloh 1 a 2 v naší práci však nekorelovaly u dospělých ptáků.

U dospělých jedinců spolu vzájemně korelovalo množství papírků, které jedinci potřebovali, než se naučili otáčet papírky (extrakční úloha 2) a správný počet řešení v pozitivní diskriminační úloze. Jedinci, kterým déle trvalo, než se naučili manipulovat s papírky a dosáhnout tak kritéria naučení, pak byli v následující pozitivní diskriminační úloze pozornější a vybírali si více správných papírků.

U mláďat i dospělých jedinců negativně korelovaly výsledky pozitivního diskriminačního učení, kdy jedinci, kteří dříve dosáhli kritéria naučení, si také vybírali více správných papírků z 15 předložení. Stejná negativní korelace byla zjištěna u dospělých ptáků i v případě averzivního diskriminačního učení. U mláďat s celkovou latencí řešení extrakční úlohy 1 (trubičky) ještě negativně koreloval počet kol před dosažením kritéria naučení v pozitivním

diskriminačním učením. U dospělých ptáků nekorelovala celková latence řešení extrakční úlohy 1 (trubičky) s výsledky žádné další úlohy.

Pozitivní korelace mezi různými typy úloh, averzivním učením a prostorovou úlohou v bludišti byla zjištěna u poníků, kdy jedinci, kteří byli úspěšní v jednom typu úlohy, se také lépe naučili druhou úlohu (Haag et al., 1980). Korelace se nemusí prokázat mezi všemi typy testovaných úloh, ale například jen mezi úlohami podobného typu, např. mezi různými extrakčními úlohami (Cole et al., 2011). V podobných typech úloh mohou jedinci využít svých dovedností či mohou být uplatněny jejich vlastnosti, např. menší opatrnost v neznámém prostředí. Jedinci mohou být také specializovaní pouze na řešení určitého typu úlohy a v ostatních nedosahují tak dobrých výsledků. Z řady prací vyplývá, že na základě úspěšnosti jedince v jednom typu kognitivní úlohy nelze předpovědět, jak bude úspěšný v jiné úloze. Visser et al. (2003) neprokázali korelaci mezi výsledky averzivního učení a úlohy, kde byly koně za správnou odpověď odměněni. Hammell et al. (1975) neprokázali korelaci mezi prostorovou úlohou v bludišti a averzivním učením. Autoři dané výsledky zdůvodňují tím, že různé typy úloh kladou odlišné nároky na pozornost jedince. Výsledky nekorelovaly ani v případě instrumentální a prostorové úlohy u koní (Wolff a Hausberger, 1995).

## 7 Závěr

### Naivní odchovaná mláďata:

1. U Fast mláďat byly zjištěny kratší latence přiblížení a klovnutí do nového objektu. Celkově déle do nového objektu klovala. S typem personality Slow pozitivně korelovaly obě hodnoty dechových frekvencí, latence manipulace s červem v novém prostředí, latence manipulace s novou potravou, latence manipulace s červem po vyrušení (Startle reakce) a latence manipulace s červem nalepeným na papírku (extrakční úloha 2 (otáčení papírků)).
2. Typ personality jedinců má vliv na jejich úspěšnost při řešení různých kognitivních úloh. Slow mláďata se rychleji naučila vyhýbat se aposematické kořisti v averzivním učení s plošticí. V ostatních kognitivních úlohách jsme nezjistili, že by se úspěšnost Fast a Slow mláďat lišila.
3. Výsledky jednotlivých úloh spolu pozitivně nekorelují, s výjimkou dvou typů extrakčních úloh. Negativně spolu korelují dva způsoby vyhodnocení v pozitivním diskriminačním učení.

### Odchycení dospělí jedinci:

1. U dospělých jedinců byly zjištěny stejné vztahy mezi jednotlivými personalitními testy jako u mláďat, ale latence manipulace s červem nalepeným na papírku (extrakční úloha 2 (otáčení papírků)) a latence manipulace s červem po vyrušení se mezi Fast a Slow jedinci moc nelišily.
2. Typ personality jedinců má vliv na jejich úspěšnost při řešení různých kognitivních úloh. V averzivním diskriminačním učení byli úspěšnější Slow jedinci, kteří potřebovali nižší počet kol k dosažení kritéria naučení. V dalších kognitivních úlohách se úspěšnost mezi Fast a Slow jedinci nelišila.
3. Úspěšnost v jednotlivých úlohách se lišila mezi různě starými jedinci. V první extrakční úloze (trubičce), se více se dařilo mladším ptákům do jednoho roku než jedincům starším než jeden rok. Na řešení druhé extrakční úlohy (otáčení papírků) neměl vliv věk jedinců. V pozitivním i averzivním diskriminačním učení dosáhli nejdříve kritéria naučení ptáci starší než jeden rok.

4. U dospělých jedinců spolu korelují jen některé výsledky kognitivních úloh. Výsledky extrakční úlohy 2 (otáčení papírků) pozitivně korelují s celkovým počtem správných řešení v pozitivním diskriminačním učení. Extrakční úloha 1 (trubička) nekoreluje s žádnou další úlohou. Negativně spolu korelují dva způsoby vyhodnocení v pozitivním diskriminačním a averzivním diskriminačním učení.

### **Souborná skupina:**

1. Výsledky jednotlivých úloh z personalitní sady spolu většinou vzájemně korelují. Výjimkou jsou u mláďat latence manipulace s červem nalepeným na papírku (extrakční úloha 2 (otáčení papírků)) a u dospělých jedinců pak latence manipulace s červem po vyrušení, které nekorelovaly s ostatními testy.

2. Věk jedinců ovlivňuje jejich úspěšnost v různých kognitivních úlohách. Ve většině úloh se více dařilo dospělým jedincům. V první extrakční úloze (trubičce) byli úspěšnější dospělí ptáci, kteří dříve než mláďata odstranili zarážku. Na řešení druhé extrakční úlohy (otáčení papírků) neměl vliv věk jedinců. V pozitivním diskriminačním učení i v averzivním diskriminačním učení byli úspěšnější dospělí ptáci.

## 8 Seznam literatury

\*označení pro sekundární citace

**Bell, A.M. a Stamps, J.A.** 2004. Development of behavioural differences between individuals and populations of sticklebacks, *Gasterosteus aculeatus*. *Animal Behaviour*, 68: 1339-1348

\***Benus, R.F., Bohus, B., Koolhaas, J.M., van Oortmerssen, G.A.** 1991. Heritable variation for aggression as reflection of individual coping strategies. *Experientia*, 47: 1008-1019

**Benus, R.F., den Daas, S., Koolhaas, J.M., van Oortmerssen, G.A.** 1990. Routine formation and flexibility in social and non-social behaviour of aggressive and non-aggressive male mice, *Behaviour*, 112: 3-4

**Boogert, N.J., Reader, S.M., Laland, K.N.** 2006. The relation between social rank, neophobia and individual learning in starlings. *Animal Behaviour*, 72: 1229-1239

**Both, Ch., Dingemanse, N.J., Drent, P.J., Tinbergen, J.M.** 2005. Pairs of extreme avian personalities have highest reproductive success. *Journal of Animal Ecology*, 74: 667-674

**Brodbeck, D.R.** 1994. Memory for spatial and local cues: A comparison of a storing and nonstoring species. *Animal Learning & Behavior*, 22 (2): 119-133

**Brown, C. a Braithwaite, V.A.** 2005. Effects of predation pressure on the cognitive ability of the poeciliid *Brachyraphis episcopi*. *Behavioral Ecology*, 16: 482-487

\***Budaev, S.V. a Zhuikov, A.** 1998. Avoidance learning and „personality“ in the guppy (*Poecilia reticulata*) *Journal of Comparative Psychology*, 112(1): 92-94

**Budaev, S.V. a Zworykin, D.D.** 2002. Individuality in Fish Behavior: Ecology and Comparative Psychology. *Journal of Ichthyology*, 42: 189–195

**Carere, C.** 2003. Personalities as epigenetic suites of trans. PhD Thesis, Rijksuniversiteit Groningen.

**Carere, C. a van Oers, K.** 2004. Shy and bold great tits (*Parus major*): body temperature and breath rate in response to handling stress. *Physiology & Behavior*, 82: 905-912

**Carere, C., Drent, P.J., Privitera, L., Koolhaas, J.M., Groothuis, T.G.G.** 2005. Personalities in great tits, *Parus major*: stability and consistency. *Animal Behaviour*, 70: 795-805

**Carere, C., Groothuis, T.G.G., Möstl, E., Daan, S., Koolhaas, J.M.** 2003a. Fecal corticosteroids in a territorial bird selected for different personalities: daily rhythm and the response to social stress. *Hormones and Behavior*, 43: 540-548

**Carere, C., Havekes, R., Oorebeek, M., Koolhaas, J.M., Groothuis, T.G.G.** 2003b. Finding food abilities in two lines of great tits (*Parus major*) selected for different „personalities“. In

Personalities as epigenetic suites of traits. A study on a passerine Bird (C.Carere): 42-56. PhD dissertation, University of Groningen

**Carere, C., Koolhaas, J.M., Groothuis, T.G.G.** 2003c. Genetic selection for personality traits predicts begging strategies in a passerine bird (*Parus major*) In Personalities as epigenetic suites of traits. A study on a passerine Bird (C.Carere): 42-56. PhD dissertation, University of Groningen

**\*Carere, C., Privitera, L., Koolhaas, J.M., Groothuis, T.G.G.** 2000. In: Atti XIX Convegno della Societa Italiana do Ethologia (Ed. By S.Guliano). 18-19. San Guliano Terme: Societa Italiana di Etologia.

**Carere, C., Welink, D., Drent, P.J., Koolhaas, J.M. , Groothuis, T.G.G.** 2001. Effect of social defeat in a territorial bird (*Parus major*) selected for different coping styles. *Physiology a Behaviour.*, 73: 427-433

**Cole, E.F., Cram, D.L., Quinn, J.F.** 2011 Individual variation in spontaneous problem-solving performance among wild great tits. *Animal Behaviour*, 81: 491-498

**\*Coleman, K. a Wilson, D.S.** 1998. Shyness and boldness in pumpkinseed sunfish: individual differences are context-specific. *Animal Behaviour*, 56: 927-936

**Cramp, S. a Perrins, C.M.** 1993. Handbook of the Birds of Europe, the Middle East, and North Africa. Vol. VII Flycatchers to Shrikes. Oxford University Press

**Dall, S.R.X., Houston, A.I., McNamara, J.M.** 2004. The behavioural ecology of personality consistent individual differences from an adaptive perspective. *Ecology Letters* 7: 734-739

**Del Hoyo, J., Elliot, E.A., Sargatal, J., Christie, D.A.** 2007. Handbook of the Birds of the World. 12 Picathartes to Tits and Chickadees

**Dingemanse, N.J. a de Goede, P.** 2004. The relation between dominance and exploratory behavior is context-dependent in wild great tits. *Behavioral Ecology*, 15: 1023-1030

**Dingemanse, N.J., Both, Ch., Drent, P.J., Tinbergen, J.M.** 2004. Fitness consequences of avian personalities in a fluctuating environment. *Proceedings of the Royal Society London B*, 271: 847-852

**Dingemanse, N.J., Both, Ch., Drent, P.J., van Oers, K., van Noordwijk, A.J.** 2002. Repeatability and heritability of exploratory behaviour in great tits from the wild. *Animal Behaviour*, 64: 929-938

**Dingemense, N.J., Both, Ch., van Noordwijk, A.J., Rutten, A.L., Drent, P.J.** 2003. Natal Dispersal and personalities in great tits (*Parus major*). *Proceedings of the Royal Society London B*, 270: 741-747

**\*Domjan, M.** 2003. The principles of learning and behavior, 5th edn. Belmont, California: Wadsworth/Thomson Learning

**\*Drent, P.J.** 1984. Mortality and dispersal in summer and its consequences for the density of great tits *Parus major* at the onset of autumn. *Ardea*, 72: 127-162

- Drent, P.J., van Oers, K., van Noordwijk, A.J.** 2003. Realized heritability of personalities in the great tit (*Parus major*). *Proceedings of the Royal Society London B*, 270: 45-51
- Dugatkin, L.A. a Alfieri, M.S.** 2003. Boldness, behavioral inhibition and learning. *Ethology, Ecology and Evolution*, 15: 43-49
- \*Duyck, I. a Duyck, J.** 1984. Koolmees, *Parus major*, gebruikt instrument bij het voedselzoeken. *Wielewaal*, 50: 416
- Ellenberg, U., Mattern, T., Seddon P. J.** 2009. Habituation potential of yellow-eyed penguins depends on sex, character and previous experience with humans. *Animal Behaviour*, 77: 289-296
- Exnerová, A., Landová, E., Štys, P., Fuchs, R., Prokopová, M., Cehláriková, P.** 2003. Reaction of passerine birds to aposematic firebugs (*Pyrrhocoris apterus*; Heteroptera). *Biological Journal of the Linnean Society*, 78: 517-525
- Exnerová, A., Svádová, K., Fučíková, E., Drent, P.J., Štys, P.** 2010. Personality Matters: Individual variation in reaction of naive bird predators to aposematic prey. *Proceedings of the Royal Society London*, 277: 723-728
- Exnerová, A., Svádová, K., Štys, P., Barcalová, S., Landová, E., Prokopová, M., Fuchs, R., Socha, R.** 2006. Importance of Colour in the Reaction of Passerine Predators to Aposematic Prey: Experiments with Mutants of *Pyrrhocoris apterus* (Heteroptera). *Biological Journal of the Linnean Society*, 88: 143-153
- Exnerová, A., Štys, P., Fučíková, E., Veselá, S., Svádová, K., Prokopová, M., Jarošík, Fuchs, R., Landová, E.** 2007. Avoidance of Aposematic Prey in European Tits (*Paridae*): Learned or Innate? *Behavioral Ecology*, 18: 148-156
- Farine, J.P., Bonnard, O., Brossut, R., Le Quere, J.L.** 1992. Chemistry of defensive secretions in nymphs and adults of fire bug, *Pyrrhocoris apterus* L. (Heteroptera, Pyrrhocoridae). *Journal of Chemical Ecology*, 18 (10) : 1673-1682
- Fisher, J. a Hinde, R.A.** 1949. The opening of milk bottles by birds. *British Birds*, 42: 347-357
- \*French, J.M.** 1993. Assessment of donkey temperament and the influence of home environment. *Applied Animal Behaviour Science*, 36: 249-257
- Frost, A.J., Winrow-Giffen, A., Ashley, P.J., Sneddon, L.U.** 2007. Plasticity in animal personality traits: does prior experience alter the degree of boldness? *Proceedings of the Royal Society London B*, 274, 333-339
- Fučíková, E., Drent, P.J., Smits, N., van Oers K.** 2009. Handling Stress as a Measurement of Personality in Great Tit Nestlings (*Parus major*). *Ethology*, 115: 366-374
- Fuchsová, L.** 2007. Individuální variabilita v reakci na aposematickou kořist u sýkor koňader. Vliv personality a věku. *Diplomová práce Universita Karlova v Praze*



- Gajdon, G.K., Fijn, N., Huber, L.** 2006. Limited spread of innovation in a wild parrot, the kea (*Nestor notabilis*). *Animal cognition*, 9: 173-181
- Gamberale-Stille, G. a Tullberg, B.S.** 2001. Fruit or Aposematic Insect? Context-Dependent Colour Preferences in Domestic Chicks. *Proceedings of the Royal Society London B*, 268: 2525-2529
- Gosling, S.D.** 2001. From mice to men: what can we learn about personality from animal research? *Psychological Bulletin*, 127:45–86
- Gosling, S.D., John, O.P.** 1999. Personality dimension in nonhuman animals: a cross-species review. *Current Directions in Psychological Science*, 8: 69-75
- \*Gray, J. A.** 1965. A time-sample study of the components of general activity in selected strains of rats. *Canadian Journal of Psychology*, 69: 74-82
- Groothuis, T.G.G. a Carere, C.** Avian personalities: characterization and epigenesis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 29: 137-150
- Groothuis, T.G.G., Carere, C., Lipar, J., Drent, P.J., Schwabl, H.** 2008. Selection on personality in a songbird affects maternal hormone levels tuned to its effect on timing of reproduction. *Biology Letters*, 4: 465-467
- Haag, E.L., Rudman, R., Houpt, K.A.** 1980. Avoidance, maze learning and social dominance in ponies. *Journal of Animal Science*, 50: 329-335
- \*Hall, C.S.** 1934 Emotional behavior in the rat. I. Defecation and urination as measure of individual differences in emotionality. *Journal of Comparative Psychology*, 18: 385-403
- Ham, A.D., Ihalaenen, E., Lindström, L., Mappes, J.** 2006. Does colour matter? The importance of colour in avoidance learning, memorability and generalisation. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 60 (4): 482-491
- Hammell, D.L., Kratzer, D.D. a Bramble, W.J.** 1975. Avoidance and maze learning in pigs. *Journal of Animal Science*, 40: 573-579
- Harcourt, J.L., Biau, S., Johnstone, R., Manica, A.** 2010. Boldness and Information Use in Three-Spined Sticklebacks. *Ethology*, 115 : 1–8
- Heinrich, B., Marzluff, J., Adams, W.** 1995. Fear and Food Recognition in Naive Common Ravens. *The Auk* 112 (2):499-503
- Heird, J.C., Lokey, C.E., Cogan, D.C.** 1986. Repeatability and comparison of two maze tests to measure learning ability in horses. *Applied Animal Behaviour Science*, 16: 103-119
- Hessing, M.J.C., Hagelso, A.M., Schouten, W.G.P., Wiepkema, P.R., van Beek, J.A.M.** 1994. Individual behavioral and physiological strategies in pigs. *Physiology a Behavior*, 55: 39-46
- Hollander, F.A., van Overveld, T., Tokka, I., Matthysen** 2008. Personality and nest defence in the great tits (*Parus major*). *Ethology*, 114: 405-412

- Houpt, K.A., Parsons, M.S., Hintz, H.F.** 1982. Learning ability of orphan foals, of normal foals and their mothers. *Journal of Animal Science*, 55: 1027-1032
- Hudec, K.** 1983. Fauna ČSSR. Ptáci. Academia
- Ježová, D.** 2008. Explorační strategie sýkor (Paridae) a jejich reakce na neznámou potravu. *Diplomová práce Universita Karlova v Praze*
- Johansen, A.I., Exnerová, A., Hotová Svádová, K., Štys, P., Gamberale-Stille, G., Tullberg, B.S.** 2010. Change in protective coloration in the striated shieldbug *Graphosoma lineatum* (Heteroptera: Pentatomidae): predator avoidance and generalization among different life stages. *Evolutionary Ecology*, 2: 423-432
- Kamil, A.C., Balda, R.P., Olson, D.J.** 1994. Performance of Four Seed-Caching Corvid Species in the Radial-Arm Maze Analog. *Journal of Comparative Psychology* 108 (4): 385-393
- Keagy, J., Savard, J.F., Borgia, G.** 2009. Male satin bowebird problem-solving ability predicts mating success. *Animal Behaviour*, 78: 809-817
- Koolhaas, J.M., Korte, S.M., de Boer, S.F., van Der Vegt, B.J., van Reenen, C.G., Hopster, H., de Jong, I.C., Ruis, M.A.W., Blokhuis, H.J.** 1999. Coping styles in animals: current status in behavior and stress-physiology. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 23: 925-935
- \*Kratzer, D.D.** 1969. Effects of age on avoidance learning in pigs. *Journal of Animal Science*, 28:175-179
- Krebs, J.R., Sherry, D.F., Healy, S.D., Perry, V.H., Vaccarino, A.L.** 1989. Hippocampal specialization of food-storing birds. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 86: 1388-1392
- Kurvers, R. H. J. M., van Oers, K., Nolet, B. A., Jonker, R. M., van Wieren, S.E., Prints, H. H. T., Ydenberg, R.C.** 2010. Personality predicts the use of social information. *Ecology Letters*, 13: 829–837
- Lindström, L., Alatalo, R.V., Mappes, J.** 1999. Reactions of Hand-Reared and Wild Caught Predators toward Warningly Colored, Gregarious and Conspicuous Prey. *Behavioral Ecology*, 10: 317-322
- \*Malmkvist, J. a Hansen, S.W.** 2002. Generalization of fear in farm mink, *Mustela vison*, genetically selected for behaviour towards humans. *Animal Behaviour*, 64: 487-501
- Marchetti, C. a Drent, P.J.** 2000. Individual differences in the use of social information in foraging by captive great tits. *Animal Behaviour*, 60: 131-140
- Miller, K.A., Garner, J.P., Mench, J.A.** 2006. Is fearfulness a trait that can be measured with behavioural tests? A validation on four fear tests for Japanese macaques. *Animal Behaviour*, 71: 1323-1334
- Morand-Ferron, J., Cole, E.F., Rawles, J.E.C., Quinn, J.F.** 2011. Who are the innovators? A

field experiment with 2 passerine species. *Behavioral Ecology*, 1-8

**Nomakuchi, S., Park, P.J., Bell, M.A.** 2009. Correlation between exploration activity and use of social information in three-spined sticklebacks. *Behavioral Ecology*, 20: 340—345

**Olson, D.J., Kamil, A.C., Balda, R.P, Nims, P.J.** 1995. Performance of Four Seed-Caching Corvid Species in Operant Tests of Nonspatial and Spatial Memory. 1994. *Journal of Comparative Psychology* 109 (2): 173-181

**Osorio, D., Jones, C.D., Vorobyev, M.** 1999 Accurate memory for colour but not pattern contrast in chips. *Current Biology*, 9: 199-202

**\*Perdeck, A.C., Visser, M.E., van Balen, J.H.** 2000. Great tit *Parus major* survival and the beech-crop cycle. *Ardea*, 88: 99-106

**Pereira, S.H., Sokolowski, M.B.** 1993. Mutations in the larvae foraging gene affect adult locomotory behavior after feeding in *Drosophila melanogaster*. *Proceedings of National Academy of Science USA*, 90: 5044-5046

**Pravosudov, V.V. a Clayton, N.S.** 2002. A Test of the Adaptive Specialization Hypothesis: Population Differences in Caching, Memory, and the Hippocampus in Black-Capped Chickadees (*Parus atricapilla*). *Behavioral Neuroscience*, 116: 515-522

**Range, F., Bugnyar, T., Schölgl, C., Kotrschal, K.** 2006. Individual and sex differences in learning ability of ravens. *Behavioural Processes*, 73: 100-106

**Réale, D., Gallant, B.Y., Leblanc, M., Festa-Bianchet, M.** 2000. Consistency of temperament in bighorn ewes and correlates with behaviour and life history. *Animal Behaviour*, 60, 589-597

**\*Robustelli, F., McGough, J.L. a Bovet, D.** 1963. Relationship between avoidance conditioning and maze learning. *Psychol. Rep.* 13: 103

**Rowe, C.** 2002. Sound Improves Visual Discrimination Learning in Avian Predators. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B*, 269: 1353-1357

**Sasvári, L.** 1979. Observational Learning in Great, Blue and Marsh Tits. *Animal Behaviour*, 27: 767-771

**Sasvári, L.** 1985. Different Observational Learning Capacity in Juvenile and Adult Individuals of Congeneric Bird Species. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 69: 293-304

**Seferta, A., Guay, P., Marzinotto, E., Lefebvre, L.** 2001. Learning differences between feral pigeons and zenaida doves: The role of neophobia and human proximity. *Ethology*, 107: 281-293

**Sih, A., Bell, A. a Johnson, J.Ch.** 2004. Behavioural Syndromes: an ecological and evolutionary overview. *Trends in ecology and evolution*, 19: 372-377

**Skelhorn, J. a Rowe, C.** 2006. Prey palatability influences predator learning and memory. *Animal Behaviour*, 71:1111-1118

- Skelhorn, J. a Rowe, C.** 2010. Birds Learn to Use Distastefulness as a Signal of Toxicity. *Proceedings of the Royal Society London B*, 277: 1729-1734
- Sneddon, L.U.** 2003. The bold and the shy: individual differences in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Fish Biology*, 62: 971-975
- Sokolowski, M.B., Pereira, S.H., Hughes, K.** 1997. Evolution of foraging behavior in *Drosophila* by density-dependent selection. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 94: 7373-7277
- \*Stevenson-Hinde, J., Zunz, M.** 1978. Subjective assessment of individual rhesus monkeys. *Primates*, 19: 473-482
- Stöwe, M. a Kotrschal, K.** 2007. Behavioural phenotypes may determine whether social context facilitates or delays novel object exploration in ravens (*Corvus corax*). *Journal of Ornithology*, 148:179-184
- Svádová, K., Exnerová, A., Štys, P., Landová, E., Valenta, J., Fučíková, A., Socha, R.** 2009. Role of different colours of aposematic insects in learning, memory and generalization of naive bird predators. *Animal Behaviour*, 77, 327-336
- Šimánková, H.** 2008. Behaviorální, fyziologické a ekologické parametry související s osobností u zvířat. *Bakalářská práce Universita Karlova v Praze*
- Šťastný, K., Bejček, V., Hudec, K.** 2006. Atlas hnízdního rozšíření v ČR 2001-2003, Aventinum
- Uher, J.** 2008. Comparative personality research: methodological approaches. *European Journal of Personality*, 22: 427-455
- van Oers, K., Drent, P. J., de Goede, P., van Noordwijk, A. J.** 2004a. Realized heritability and repeatability of risk-taking behaviour in relation to avian personalities. *Proceedings of the Royal Society London B*, 271: 65-73
- van Oers, K., Drent, P.J., de Jong, G., van Noordwijk, A.J.** 2004b. Additive and nonadditive genetic variation in avian personality traits. *Heredity*, 93: 496-503
- van Oers, K., Drent, P.J., Dingemanse, N.J., Kempenaers, B.** 2008. Personality is associated with extrapair paternity in great tits, *Parus major*. *Animal Behaviour*, 76: 555-563
- van Oers, K., Klunder, M., Drent, P.J.** 2005. Context dependence of personalities: Risk-taking behavior in a social and nonsocial situations. *Behavioral Ecology*, 16: 716-723
- Verbeek, M.E.M., Boon, A., Drent, P.J.** 1996. Exploration, aggressive behaviour and dominance in pair-wise confrontations of juvenile male great tits. *Behaviour*, 133: 945-963
- Verbeek, M.E.M., Drent, P.J., Wiepkema, P.R.** 1994. Consistent individual differences in early exploratory behaviour of male great tits. *Animal Behaviour*, 48: 1113-1121
- Verbeek, M.E.M., de Goede, P., Drent, P.J., Wiepkema, P.R.** 1999. Individual behavioural

characteristics and dominance in aviary groups of great tits. *Behaviour*, 136: 23-48

**Visser, E.K., van Reenen, C.G., Schilder, M.B.H., Barnevald, A., Blokhuis, H.J.** 2003. Learning performances in young horses using two different learning tests. *Applied Animal Behaviour Science*, 80: 311-326

**Visser, E.K., van Reenen, C.G., van der Werf, J.T.N., Schilder M.B.H., Knaap, J.H., Barneveld, A., Blokhuis, H.J.** 2002. Heart rate and heart rate variability during a novel object test and a handling test in young horses. *Physiology & Behavior*, 76: 289– 296

**Wilson, D.S., Clark, A.B., Coleman, K., Dearstyne, T.** 1994. Shyness and boldness in humans and other animals. *Trends in Ecology and Evolution*, 9: 442-446

**Wolff, A. a Hausberger, M.** 1996. Learning and memorisation of two different task in horses: the effects of age, sex and sire. *Applied Animal Behaviour Science*, 46: 137-143

[http://www.youtube.com/watch?v=mK4Z\\_z6jt1g](http://www.youtube.com/watch?v=mK4Z_z6jt1g).